

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS NAVALES**



PROYECTO Nº 59

# **GRANELERO 50.000 TPM**

## **CUADERNO 1**

**MEMORIA EXPLICATIVA DEL TIPO DE BUQUE Y SERVICIO  
AL QUE SE DESTINA**

**TUTOR:**

**D. SEBASTIÁN JOSÉ ABRIL PÉREZ**

**REALIZADO POR:**

**D. JÉSSICA LIVIANO RODRÍGUEZ  
D. JESÚS RODRÍGUEZ MAESTRE**

INDICE

1.- ESPECIFICACIONES DE PROYECTO .....	3
2.- ANÁLISIS DE LA MISIÓN Y FINALIDAD DEL PROYECTO .....	4
2.1. Análisis de la misión.....	4
2.2.- Finalidad del proyecto.....	5
3.- PROBLEMAS PRINCIPALES QUE SE PLANTEAN DEL PROYECTO.....	6
4.- METODOLOGÍA Y CRITERIOS APLICADOS EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO .....	7
4.1.- Dimensionamiento.....	7
4.2.- Formas .....	7
4.3.- Disposición general.....	7
4.4.- Cálculos de arquitectura naval .....	8
4.5.- Predicción de potencia. Diseño de propulsor y timón.....	8
4.6.- Planta propulsora y cámara de máquinas.....	8
4.7.- Equipo y servicios.....	8
4.8.- Planta eléctrica .....	9
4.9.- Resistencia estructural.....	9
4.10.- Pesos y centro de gravedad del buque en rosca .....	9
4.11.- Situaciones de carga y resistencia longitudinal .....	9
4.12.- Presupuesto .....	10
5. SOLUCIONES ADOPTADAS.....	11
6.- BIBLIOGRAFÍA GENERAL.....	12

## **1.- ESPECIFICACIONES DE PROYECTO**

El proyecto del buque a realizar tiene los siguientes requisitos:

- *Tipo de buque:* Granelero de doble casco, cubierta corrida, castillo a proa. Habitación y cámara de máquinas a popa, codaste abierto, proa y popa de bulbo y timón tipo Mariner.
- *Clasificación y cota:* Bureau Veritas, AUT.
- *Peso muerto:* 50000 TPM.
- *Propulsión/Velocidad:* Motor 2T lento directamente acoplado a hélice de paso fijo. Velocidad en pruebas y plena carga con el motor al 100% MCR y 10% de margen de mar, 15 nudos.
- *Autonomía/Capacidades:* Capacidad de bodegas: 55000  $m^3$ . Capacidad de combustible: 2200  $m^3$  (tanques para contenidos de azufre de 4.5; 1.5 y 0.1%). Capacidad de lastre: se podrá utilizar una bodega central como inundable.
- *Habitación:* 22 cabinas individuales con baño privado + rancho 6 personas.
- *Sistema de carga:* Sin medios de carga.
- *Maquinaria auxiliar:* 3 diesel generadores principales. Caldereta mixta gases/mecheros.
- *Amarre:* 2 molinetes combinados con maquinillas de amarre más 5 maquinillas dobles en cubierta. Todos los carreteles serán del tipo "carretel partido".

## **2.- ANÁLISIS DE LA MISIÓN Y FINALIDAD DEL PROYECTO**

### **2.1. Análisis de la misión**

El buque objeto de nuestro proyecto se destinará principalmente al transporte de **grano**. Alternativamente podrá transportar cargas de un mayor coeficiente de estiba.

El buque deberá estar proyectado de acuerdo a un determinado volumen de carga y peso muerto, según las especificaciones del ejercicio propuesto. Las condiciones en que se debe realizar el transporte quedaran establecidas a partir de los demás requisitos de dicha especificación, tales como la velocidad en pruebas, el volumen de combustible transportado, etc.

Aunque en las especificaciones no viene indicado, el tamaño de este buque es muy convencional entre los llamados Panamax.

Para el cálculo de la estructura del caso, habrá que tener especial cuidado en el estudio en comprobar que los esfuerzos soportados por los elementos estructurales del casco están dentro de los límites permisibles.

El hecho de navegar con las bodegas completamente llenas y vacías tiene dos efectos:

- El primero de ellos es una disminución de los momentos escorantes producidos por el corrimiento de la carga a granel en navegación, que están directamente relacionados con el área de la sección vacía en las bodegas.
- El segundo es una disminución del valor del GM en dicha condición, con lo que reduce el período de balance.

La **descarga** del buque se realizará con cucharas de gran capacidad instaladas en las grúas del propio puerto.

A las condiciones anteriores se deben sumar las condiciones fijadas por los reglamentos a cumplir, que en este caso, principalmente son:

- **SOLAS**, que determina las condiciones de seguridad de las personas y la carga.
- **BV (Bureau Veritas)**, que actúa como sociedad de clasificación. Además del cumplimiento de la CSR-B (Common Structural Rules for Bulk Carriers) de la IACS (International Association of Classification Societies).
- **MARPOL**, que regula la contaminación del medio marino.

Por lo tanto, el barco a proyectar, además de cumplir los requisitos de la especificación que afectan directamente al tipo de transporte a realizar, debe de ser estable y capaz de asegurar unas condiciones adecuadas de trabajo para las personas que se encuentren a bordo, sin olvidar que deberá ser respetuoso con el medio marino en el cual se desenvuelva.



## **2.2.- Finalidad del proyecto**

La finalidad de este tipo de buques es el transporte de cargas sólidas a granel en sus bodegas. La principal característica es que están dotados de tolvas altas en sus bodegas para minimizar los momentos escorantes producidos por los posibles movimientos de la carga durante el viaje.

Las posibles cargas a transportar por este tipo de buques abarcan un amplio abanico, pudiendo ser desde el grano hasta las cargas de más bajo coeficiente de estiba tales como minerales o bauxita.

Se ha tomado un valor de la densidad de grano para los cálculos situado en torno a  $1,266 \text{ t/m}^3$ , por lo que cumple la condición para ser considerado de peso muerto (para ello debe ser un valor comprendido entre 1 y  $3 \text{ t/m}^3$ ) por lo que se dimensionará el buque en base a esta hipótesis.

### **3.- PROBLEMAS PRINCIPALES QUE SE PLANTEAN DEL PROYECTO**

Los requerimientos sobre las formas del casco fijan las características principales de **las formas**, tales como la existencia de bulbo tanto a proa como a popa. Se ha cuidado en su definición que los parámetros adimensionales de la carena se mantengan en valores razonables para este tipo de buques.

El **dimensionamiento** de las características principales de las formas se ha basado en la necesidad de dar cabida a la carga con una manga menor a la permitida en el paso del canal de Panamá 32,25m.

Las **formas del codaste y de la bovedilla** se han diseñado para que el espacio existente sea suficiente para albergar la hélice óptima encontrada con los huelgos necesarios que fija la sociedad de clasificación.

Las **formas** de este tipo de buques suelen ser llenas, debido a las relativamente bajas necesidades de alta velocidad y a la necesidad de grandes espacios de carga en las bodegas.

Las formas estarán basadas en las del buque base elegido modificadas convenientemente por el programa **MAXSURF** para que se cumplan los requerimientos de proyecto exigidos.

## **4.- METODOLOGÍA Y CRITERIOS APLICADOS EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO**

Los pasos seguidos para la realización del proyecto se exponen a continuación, pero deben ser observados con la idea de que la relación entre las distintas partes del proyecto, hace que algunos pasos exijan volver a los anteriores antes de dar el siguiente, lo que se conoce como la espiral de proyecto. Estos pasos se desarrollan ampliamente en los distintos cuadernos del proyecto.

### **4.1.- Dimensionamiento**

De acuerdo con las especificaciones dadas, se busca fijar las dimensiones principales del buque proyecto, estimando estas con las dimensiones de otros buques parecidos ya construidos.

Se generan diversas alternativas, eligiendo la que supone menor coste para el astillero. Lo que hace que para conocer el posible coste se haga una estimación grosera pero válida de los aspectos más importantes del buque. Con esta estimación quedan fijados los parámetros más importantes del buque proyecto, y sirven de guía para los cálculos que se realizan en los demás cuadernos, de ahí que esta estimación, a pesar de sus limitaciones, se realice con cautela.

### **4.2.- Formas**

Con las dimensiones principales estimadas, así como los coeficientes de formas y otros parámetros necesarios, se determinan las formas del buque proyecto, siempre teniendo en cuenta que han de ser lo más hidrodinámicas posible, y observando las formas de los buques construidos.

### **4.3.- Disposición general**

Un aspecto que puede parecer trivial pero que a la vez es básico, es que fijadas las formas es importante comprobar que caben en ellas todo lo que el buque debe transportar, para lo que se divide el buque en zonas según su función, y se comprueba que cada espacio en el que se divide el buque permite albergar lo fijado por las especificaciones de proyecto.

Repartidos los espacios, en un buque granelero, el espacio mayor debe ser el destinado a la carga, que es la misión fundamental del buque.

La zona de bodegas se extenderá desde el mamparo de proa de cámara de máquinas hasta el pique de proa. Cada bodega estará separada de la siguiente por un mamparo vertical estanco y corrugado. La bodega número 4 será considerada inundable a efectos de conseguir el volumen necesario para la condición de lastre.

Las bodegas dispondrán de tolvas altas y bajas destinadas al embarque de lastre, en ningún caso se permitirá al buque transportar grano en los tanques laterales altos de las bodegas.

#### **4.4.- Cálculos de arquitectura naval**

Se calculan ahora las características hidrostáticas, las curvas de los brazos de adrizamiento, así como los centros de gravedad de todos los tanques y sus volúmenes, lo que permite confirmar si el buque proyectado cumple con las especificaciones de proyecto en cuanto a volumen de carga y de combustible. Es el cálculo que confirma la validez de las formas.

#### **4.5.- Predicción de potencia. Diseño de propulsor y timón**

Una vez que el buque cumple con el volumen de carga, el siguiente aspecto a cumplir es la velocidad con la que debe navegar.

Para cumplir este requisito, se calcula cuál es la potencia necesaria y se diseña un propulsor y un timón adecuado para las formas y para la velocidad de servicio del buque.

Optimizar el propulsor y el timón, junto con unas formas lo más hidrodinámicas posibles para este tipo de buques, disminuyen la potencia necesaria, aspecto que fija la planta propulsora, lo que reducirá el peso, empacho y precio de esta, así como el consumo de combustible, cuestión muy destacable en estos días.

#### **4.6.- Planta propulsora y cámara de máquinas**

Calculada la potencia necesaria, se eligen en este paso las máquinas propulsoras que van a proporcionar esa potencia. En este caso, un motor diesel de dos tiempos. Lleva implícito este paso el diseño de los sistemas que se incluyen en la cámara de máquinas, como puedan ser el sistema de combustible, el sistema de lubricación, el sistema de vapor y la caldera, etc.

#### **4.7.- Equipo y servicios**

Como continuación del paso anterior y aprovechando que se están diseñando los sistemas principales del buque, se diseñan el resto de sistemas, como puedan ser los servicios de casco y cubierta, los servicios de carga, los sistemas de navegación y telecomunicaciones, el alumbrado, etc.

#### **4.8.- Planta eléctrica**

Diseñados los sistemas más importantes del buque, se estima la necesidad de potencia eléctrica de éstos para instalar la planta eléctrica.

Se eligen los grupos generadores que puedan cubrir las necesidades de potencia eléctrica en cada situación del buque, de forma que trabajen en un rendimiento adecuado para los motores eléctricos.

#### **4.9.- Resistencia estructural**

El buque debe ser capaz de soportar todas las solicitaciones y momentos a los que el medio en el que se desarrolla su actividad le somete, además de su propio peso y las aceleraciones que de él se deriven.

Para este paso, se realiza una simplificación ya que modelizar toda la estructura del buque para analizar su comportamiento es un trabajo que excede el objetivo de este ejercicio. La simplificación consiste en analizar la estructura en la cuaderna maestra del buque, y extender a todo el buque las conclusiones que se deriven de ella. De esta forma se asegura que el buque podrá soportar las cargas a las que se le someta.

La estructura de diseño será la típica de un buque granelero, es decir, longitudinal en fondo y cubierta y transversal en los costados y cámara de máquinas. El dimensionamiento de la cuaderna maestra se realizará teniendo en cuenta los límites establecidos por la sociedad de clasificaciones en cuanto al módulo resistente de la sección.

#### **4.10.- Pesos y centro de gravedad del buque en rosca**

En estos momentos el buque ya está terminado, pero ahora se produce el momento de pesar el buque para confirmar que el peso muerto y su centro de gravedad estimado anteriormente son válidos y cumplen con las especificaciones de proyecto.

#### **4.11.- Situaciones de carga y resistencia longitudinal**

Terminado el buque y pesado, se estima ahora su comportamiento en la mar en diferentes situaciones de carga. Es una mera aproximación con un programa informático (Hydromax), con lo que los resultados válidos no confirman que cuando el buque se construya su comportamiento en la mar será excelente, pero sí confirman que si sus resultados no cumplen con los criterios exigidos por los diferentes reglamentos, habrá que revisar los pasos anteriores antes de seguir avanzando.

**4.12.- Presupuesto**

Se llega con esto al último paso en la realización del proyecto. Aquí se estima con los precios más actuales posibles el precio de todas las partidas que componen el buque, a fin de conocer cuál es el precio aproximado del buque para el astillero, que era el criterio con el que seleccionamos la alternativa elegida en el cuaderno de dimensionamiento para desarrollar nuestro proyecto.

## **5. SOLUCIONES ADOPTADAS**

Para la construcción de este tipo de buques es recomendable que el astillero tenga experiencia en graneleros a fin de poder optar por las alternativas más adecuadas de forma rápida y efectiva, y poder ofrecer al armador un conjunto de soluciones más atractivas tanto en el aspecto económico como en la explotación del buque, dando prioridad a esta primera solución como veremos en el cuaderno de dimensionamiento.

El diseño del buque se ha basado principalmente en la viabilidad técnica de cada uno de los diferentes puntos que se tratan en el estudio.

Para el **dimensionamiento** se ha optado por la posición del armador, escogiendo el criterio de coste de ciclo de vida mínimo para optimizar las dimensiones principales. Dentro de cada caso de los diferentes estudiados, se ha verificado el cumplimiento de todos y cada uno de los requisitos fundamentales de proyecto tales como la capacidad de bodegas o el peso muerto y, principalmente, el calado máximo.

La selección del conjunto **propulsor-motor** principal se ha basado en la optimización de la hélice para unas revoluciones y empuje dado, para luego seleccionar la más adecuada sobre la base del adaptado necesario para el motor. Se han tomado en cuenta principalmente el consumo, el peso y el empacho del conjunto.

Para la **estructura**, como ya se ha comentado, se ha realizado un escantillonado de acuerdo con las reglas de la sociedad de clasificación.

La **planta eléctrica** se ha dimensionado de tal forma que se asegure la operatividad del buque en todas las condiciones posibles. Se ha previsto para ello, la existencia de grupos electrógenos de reserva en cualquier situación.

Para el **resto de los equipos** se han seguido las directrices de la sociedad de clasificación, así como los reglamentos aplicables, SOLAS, MARPOL, etc.

## **6.- BIBLIOGRAFÍA GENERAL**

1. Ricardo Alvariño Castro, Juan José Azpíroz Azpíroz, y Manuel Meizoso Fernández. *El proyecto básico del buque mercante*. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos (FEIN), 2007.
2. *The relative costs of ships design parameters*. Transactions of The Royal Institution of Naval Architects, 1974. Volume 116
3. García Garcés, José Luis. *Apuntes de la asignatura de proyectos*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (E. T. S. I. N.), 2010 - 2011.
4. Bureau Veritas. *Rules for the classification of steel ships*. Ed. 2009for the classification of steel ships". Edition 2009.
5. *Significant Ships*, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 y 2010.
6. Manuel Meizoso Fernández. *Apuntes de la asignatura de proyectos*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (E. T. S. I. N.), 2006.
7. Organización Marítima Internacional (O. M. I.). *Reglamento del Solas. SOLAS 74/88. Consolidado 2009*.
8. Organización Marítima Internacional (O. M. I.). *Reglamento del Marpol. MARPOL 73/78. Consolidado 2007*
9. Organización Marítima Internacional (O. M. I.) *Convenio internacional sobre líneas de carga 66/88. Consolidado 2005*.
10. International Association of Classification Societies (IACS) *Common Structural rules for Bulk Carriers*, 2008.
11. Organización Marítima Internacional (O. M. I.) *Convenio internacional sobre arqueo de buques*, 1969.
12. Formation Design System. *Maxsurf. Windows Version 11.1 User Manual*, 2007.
13. Formation Design System. *Hydromax Windows Version 11.03 User Manual*, 2007.
14. Formation Design System. *Rhinoceros Version 3.1*.
15. Gonzalo Pérez. *Teoría del buque. Volumen I. (Máquinas)*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (E. T. S. I. N.), 2005.
16. Gonzalo Pérez. *Teoría del buque. Volumen II-A. (Máquinas)*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (E. T. S. I. N.), 2005.



17. Gonzalo Pérez. *Teoría del buque. Volumen II-B. (Máquinas)*, Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (E. T. S. I. N.), 2005.
18. Gonzalo Pérez. *Teoría del buque. Volumen III. (Máquinas)*, Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (E. T. S. I. N.), 2005.
19. Baquero, Antonio. *Teoría del Buque: Introducción a la propulsión de buques*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (E. T. S. I. N.), 2009.
20. Baquero, Antonio. *Análisis del comportamiento del buque bajo la acción del timón. Aspectos hidrodinámicos y de proyecto*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (E. T. S. I. N.), 2004.
21. Comas Tunes, E. *Equipo y servicios, Volumen IV, Achique de sentinas y lastre*. 2º Ed. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (E. T. S. I. N.), 2004.
22. López Piñeiro, Amable. *Electricidad aplicada al buque. Iluminación a bordo*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (E. T. S. I. N.), 2004.
23. López Piñeiro, Amable. *Electricidad aplicada al buque. Distribución a bordo*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (E. T. S. I. N.), 2004.
24. López Piñeiro, Amable. *Electricidad aplicada al buque. Colección de figuras y características técnicas*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (E. T. S. I. N.), 2004.
25. MAN B&W Diesel S80ME-C *Project Guide. Electronically Controlled Two-stroke Engines*. 3ª Ed, 2005.
26. Web MAN Diesel (MAN-B&W): <http://www.manbw.com/>.
27. MAN B&W Diesel. *Installation Aspects of MAN B&W Main and Auxiliary Engines*, 2009.
28. Manuel Meizoso Fernández y Jose Luis García Garcés. *Desplazamiento. Cálculo iterativo del peso en rosca y peso muerto*. : Universidad Politécnica de Madrid (E. T. S. I. N.), 2000.
29. "Apuntes de proyectos" de D. Manuel Meizoso Fernández.
30. "Apuntes de proyectos. Volumen I", de D. Jaime Torroja.
31. International Association of Classification Societies (IACS) *Common Structural rules for Bulk Carriers*, 2008.

32. MAN B&W Diesel *S80ME-C Project Guide. Electronically Controlled Two-stroke Engines*. 3ª Ed, 2005.
33. MAN B&W Diesel. *Marine Engine. IMO Tier I. Programme 2nd edition* 2008.
34. MAN B&W Diesel. *Operation on Low-Sulphur Fuels Two-Stroke Engines*.
35. Panadero Pastrana, Jesús. *Máquinas auxiliares: bombas centrífugas*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (E. T. S. I. N.), 1993.
36. López Piñeiro, Amable. *Electricidad aplicada al buque. Colección de figuras y características técnicas*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (E. T. S. I. N.), 2004.
37. Belaza Vázquez, A. *Electricidad aplicada al buque. Generadores y motores. Distribución eléctrica a bordo*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (E. T. S. I. N.), 2004.
38. A. Zurita y Sáenz de Navarrete. *Introducción al diseño de cámara de máquinas*, Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (E. T. S. I. N.), 2001.
39. Casanova Rivas, E. *Máquinas para la propulsión de buques*, A Coruña: Universidade da Coruña, 2001.
40. Núñez Rivas, L. R. *Apuntes Instalaciones de Vapor*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (E. T. S. I. N.), 2006.
41. Pérez Rojas, Luis. *Apuntes de Hidrostática y estabilidad*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (E. T. S. I. N.), 2006.

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS NAVALES**



PROYECTO Nº 59

# **GRANELERO 50.000 TPM**

## **CUADERNO 2**

### **DIMENSIONAMIENTO**

**TUTOR:**

**D. SEBASTIÁN JOSÉ ABRIL PÉREZ**

**REALIZADO POR:**

**D. JÉSSICA LIVIANO RODRÍGUEZ**  
**D. JESÚS RODRÍGUEZ MAESTRE**

INDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2.- ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO .....</b>	<b>5</b>
<b>3.- ELECCIÓN DEL BUQUE BASE.....</b>	<b>6</b>
<b>4.- DIMENSIONAMIENTO A PARTIR DE LA BASE DE DATOS.....</b>	<b>6</b>
4.1.- Estimación del desplazamiento ( $\Delta$ ).....	6
4.2.- Estimación de las dimensiones principales.....	7
4.3.- Estimación del coeficiente de bloque ( $C_b$ ).....	8
4.4.- Estimación del coeficiente de la maestra ( $C_M$ ).....	8
4.5.- Estimación del coeficiente prismático ( $C_P$ ).....	8
4.6.- Estimación del coeficiente de flotación ( $C_W$ ).....	8
4.7.- Estimación de la posición longitudinal del centro de carena ( $X_B$ ) .....	8
<b>5. EVALUACIÓN TÉCNICA.....</b>	<b>9</b>
5.1.- Estimación del Peso en Rosca .....	9
5.1.1.- Estimación del Peso del Acero (WST) .....	9
5.1.2.- Estimación del Peso de la Maquinaria (WQ) .....	9
5.1.3.- Peso del Equipo y la Habilitación (WOA).....	11
5.1.4.- Estimación del Peso del Equipo Restante ( $P_{er}$ ) .....	11
<b>6.- ESTIMACIÓN DEL FRANCOBORDO (<math>F_b</math>) .....</b>	<b>12</b>
<b>7.- ESTIMACIÓN DE LA ESTABILIDAD INICIAL, (<math>GM</math>) .....</b>	<b>13</b>
<b>8.- ESTIMACIÓN DEL COSTE DE CADA ALTERNATIVA.....</b>	<b>15</b>
<b>9.- ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....</b>	<b>16</b>
9.1. Alternativa Seleccionada .....	16
<b>Anexo I .....</b>	<b>19</b>
1.- BASE DE DATOS.....	19
1.1.- Pesos y desplazamiento .....	19
1.2.- Dimensiones (m) y coeficiente de bloque .....	19
1.3.- Capacidad ( $m^3$ ).....	20
1.4.- Propulsión.....	20
2.- Cálculos sobre la base de datos .....	20
2.1.- Valores adimensionales y relación LBD.....	20
<b>Anexo II.....</b>	<b>21</b>
1.- Gráfica Eslora – Peso muerto.....	21
2.- Gráfica Manga – Peso muerto.....	21

3.- Gráfica Puntal – Peso muerto .....	22
4.- Gráfica Calado – Peso muerto .....	22
5.- Gráfica LBD – Peso muerto .....	23
6.- Gráfica Eslora – Volumen de carga .....	23
7.- Gráfica Manga – Volumen de carga .....	24
8.- Gráfica Puntal – Volumen de carga.....	24
9.- Gráfica Calado – Volumen de Carga.....	25
10.- Gráfica LBD – Volumen de carga .....	25
11.- Gráfica Volumen de lastre – TPM.....	26
12.- Gráfica Volumen Total – Desplazamiento .....	26
<b>Anexo III .....</b>	<b>27</b>
1.- Cálculo de alternativas .....	27
1.1.- Cálculo de dimensiones principales.....	27
1.2.- Cálculo de desplazamiento y coeficientes de formas.....	27
1.3.- Cálculo de Peso en rosca .....	27
1.4.- Cálculo de la potencia .....	28
1.5.- Cálculo del peso del equipo restante y coste del buque .....	28
1.6.- Cálculo del francobordo.....	29
1.7.- Cálculo de estabilidad .....	29

## **1.- INTRODUCCIÓN**

El objetivo de este documento es determinar las dimensiones principales del buque proyecto. Se calcularán algunas características principales como los coeficientes de forma, el francobordo o la potencia necesaria a instalar, siempre de acuerdo con las especificaciones fijadas y teniendo en cuenta el coste para el astillero.

El primer paso es construir una base de datos de buques del mismo tipo, similares en peso muerto. Después se selecciona de esa base de datos el buque que tenga las dimensiones y demás características lo más parecido posible al buque proyecto, denominándolo Buque Base. Con esta base de datos se realizarán regresiones entre las características de los buques obteniendo los intervalos donde se van a encontrar los valores de las dimensiones principales del buque proyecto. Con las distintas regresiones obtendremos las distintas alternativas.

El segundo paso es estimar algunas características principales del buque proyecto como son los coeficientes de forma, el francobordo, el volumen de carga, la estabilidad inicial y el coste de todas las alternativas, y así tener una estimación del buque proyecto lo más completa posible.

El tercer paso es establecer un criterio para seleccionar la alternativa más adecuada. En este caso va a ser el coste del buque para el astillero, observando también el valor de la potencia instalada.

## **2.- ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO**

- *Tipo de buque:* Granelero de doble casco, cubierta corrida, castillo a proa. Habitación y cámara de máquinas a popa, codaste abierto, proa y popa de bulbo y timón tipo Mariner.
- *Clasificación y cota:* Bureau Veritas, AUT.
- *Peso muerto:* 50000 TPM.
- *Propulsión/Velocidad:* Motor 2T lento directamente acoplado a hélice de paso fijo. Velocidad en pruebas y plena carga con el motor al 100% MCR y 10% de margen de mar, 15 nudos.
- *Autonomía/Capacidades:* Capacidad de bodegas: 55000  $m^3$ . Capacidad de combustible: 2200  $m^3$  (tanques para contenidos de azufre de 4.5; 1.5 y 0.1%). Capacidad de lastre: se podrá utilizar una bodega central como inundable.
- *Habitación:* 22 cabinas individuales con baño privado + rancho 6 personas.
- *Sistema de carga:* Sin medios de carga.
- *Maquinaria auxiliar:* 3 diesel generadores principales. Caldereta mixta gases/mecheros.
- *Amarre:* 2 molinetes combinados con maquinillas de amarre más 5 maquinillas dobles en cubierta. Todos los carreteles serán del tipo "carretel partido".

### 3.- ELECCIÓN DEL BUQUE BASE

De la base de datos de buques (Anexo I) similares al buque proyecto se recogen las características más relevantes, eligiendo como buque base o de referencia el buque:

*SPAR LYRA*

### 4.- DIMENSIONAMIENTO A PARTIR DE LA BASE DE DATOS

Hay dos variables fijadas por las especificaciones, el **peso muerto** y el **volumen de carga**. Para estimar las dimensiones principales, se van a relacionar los valores de las dimensiones principales de los buques de la base de datos con estas variables dando lugar a las gráficas (Anexo II):

- |                  |                               |
|------------------|-------------------------------|
| 1. Eslora - TPM. | 6. Eslora - Volumen de carga. |
| 2. Manga - TPM.  | 7. Manga - Volumen de carga.  |
| 3. Puntal - TPM. | 8. Puntal - Volumen de carga. |
| 4. Calado - TPM. | 9. Calado - Volumen de carga. |
| 5. LBD - TPM.    | 10. LBD - Volumen de carga.   |

#### 4.1.- Estimación del desplazamiento ( $\Delta$ )

Para obtener un primer desplazamiento ( $\Delta$ ) se procede de la siguiente manera. Introduciremos el peso muerto del buque proyecto, que ha sido fijado en 50000 TPM. De la gráfica Volumen de Lastre-TPM se obtiene el volumen de lastre del buque proyecto:

$$\text{Volumen de lastre} = 18939 m^3$$

Por lo que el volumen total es:

$$\text{Volumen total} = \text{Vol. de lastre} + \text{Vol. de carga} + \text{Vol. de consumibles}$$

$$\text{Volumen total} = 18939 + 55000 + 2200 = 76139 m^3$$

Este valor se introduce en la gráfica Volumen total-Desplazamiento, obteniéndose un desplazamiento ( $\Delta$ ) y un peso en rosca ( $P_R$ ) de:



$$\Delta = 60878 \text{ t}$$

$$P_R = \Delta - TPM$$

$$P_R = 60878 - 50000 \quad \Rightarrow \quad P_R = 10878 \text{ t}$$

A partir de este peso en rosca obtendremos las características principales de cada alternativa, como los coeficientes de forma, el francobordo o la potencia necesaria a instalar.

Con estos datos se podrá estimar el peso en rosca con más precisión de cada alternativa.

#### **4.2.- Estimación de las dimensiones principales**

Para determinar las dimensiones principales, se va a utilizar la siguiente ecuación:

$$L \times \frac{B}{L} \times \frac{D}{L} \times L^2 = LBD$$

Los valores de los parámetros adimensionales B/L y D/L van a estar en los intervalos fijados por los valores de esos parámetros en los buques de la base de datos empleada (Anexo I):

$$5,52 \leq \frac{L}{B} \leq 6,71 \quad \text{y} \quad 10,37 \leq \frac{L}{D} \leq 11,18$$

Como tenemos fijados los parámetros de Volumen de carga y Peso muerto establearemos dos caminos para obtener el valor LBD. Esto hará que se creen las diferentes alternativas del buque proyecto.

- a) De la gráfica *LBD-Volumen de Carga* (Anexo II), con un volumen de carga de  $55000 \text{ m}^3$  fijado en las especificaciones:

$$LBD = 99198 \text{ m}^3$$

- b) De la gráfica *LBD-TPM* (Anexo II), con un peso muerto de  $50000 \text{ t}$  fijado en las especificaciones:

$$LBD = 111305 \text{ m}^3$$

Una vez obtenidos los valores de LBD, los valores que se toman para L/B son 5,52 y 6,71, y para L/D son 10,37 y 11,18 para ambos valores de LBD, lo que da lugar a ocho alternativas al combinarse unos con otros reflejadas en la tabla Cálculo de

dimensiones principales (Anexo III). Con estos valores podemos calcular  $L$ ,  $B$  y  $D$ , y los valores adimensionales fijados.

El puntal se estudia con la gráfica  $T/D - L$ .

#### **4.3.- Estimación del coeficiente de bloque ( $C_b$ )**

Como ya se dijo anteriormente, después de estimar el desplazamiento inicial ( $\Delta$ ), se puede obtener el coeficiente de bloque ( $C_b$ ) mediante la expresión:

$$C_b = \frac{\Delta}{1.003 \times 1.025 \times L \times B \times T}$$

#### **4.4.- Estimación del coeficiente de la maestra ( $C_M$ )**

Se puede estimar con la fórmula de Kerlen:

$$C_M = 1.006 - 0.0056 \times C_b^{-3.56}$$

#### **4.5.- Estimación del coeficiente prismático ( $C_P$ )**

Una vez obtenidos el coeficiente de bloque ( $C_b$ ) y el coeficiente de la maestra ( $C_M$ ), se obtiene el coeficiente prismático ( $C_P$ ):

$$C_P = \frac{C_b}{C_M}$$

#### **4.6.- Estimación del coeficiente de flotación ( $C_W$ )**

Para estimar este coeficiente, se utiliza la fórmula de **J. Torroja** para buques de secciones transversales en "U":

$$C_W = 0.248 + 0.778 \times C_b$$

#### **4.7.- Estimación de la posición longitudinal del centro de carena ( $X_B$ )**

Aplicando la fórmula de **L. Troost** sobre la posición longitudinal adecuada del centro de carena ( $X_B$ ) para que la resistencia al avance sea mínima:

$$X_B = 17.5 \times C_P - 12.5$$

## **5. EVALUACIÓN TÉCNICA**

Una vez se conocen las dimensiones principales, se puede hacer una primera estimación del peso en rosca del buque.

### **5.1.- Estimación del Peso en Rosca**

Descomponemos el peso en rosca en tres partidas:

- Peso del Acero (WST).
- Peso de la Maquinaria (WQ).
- Peso del Equipo y la Habilitación (WOA).

Cada uno de estos pesos así como sus centros de gravedad pueden estimarse mediante distintas formulaciones, recogidas en “El Proyecto Básico del Buque Mercante”, de D. Ricardo Alvarino, D. Juan José Aziproz, y D. Manuel Meizoso.

#### **5.1.1.- Estimación del Peso del Acero (WST)**

Peso del acero laminado (casco y superestructura)

$$WST = 0,024 \times L_{pp}^{1,5} \times B \times D \times 0.5 \text{ Fórmula de J.L. Garcés.}$$

Para obtener el peso real de acero se tomará un porcentaje, en base a dos publicaciones<sup>1</sup> que analizan el aumento de acero para graneleros de doble casco. Los valores oscilan según el granelero, pero podemos decir que la oscilación está entre el 4 y el 4,6 % para el tipo de buque que se pretende diseñar; así que se toma el valor más conservador (4,6 %):

$$WST = (0,024 \times L_{pp}^{1,5} \times B \times D \times 0.5) \times 1,046$$

#### **5.1.2.- Estimación del Peso de la Maquinaria (WQ)**

El peso en rosca total de la maquinaria, en instalaciones diesel como la que se describe en este proyecto, se divide en cuatro partes:

$$WQ = WQE + WQR + WME + WRP$$

Siendo

- Peso de la línea del eje (WQE)
- Peso de otros elementos de la Cámara de Máquinas (WQR)

<sup>1</sup> “Update on the IACS Common Structural Rules for Tankers & Bulk Carriers”. Rune Torhaug (DNV), Dr. Chon (KR), Åge Bøe (DNV). Beijing, October 31st. 2005

“A comparative study on the structural integrity of single and double side skin bulk carriers under collision damage”. Ozgur Ozguc, Purnendu K. Das, Nigel Barltrop. Department of Naval Architecture and Marine Engineering, Universities of Glasgow and Strathclyde. ELSEVIER 24 January 2006

- Peso Motor Propulsor (WME)
- Peso del resto de la maquinaria (WRP)

El **Peso del Motor Propulsor** de 2 tiempos y reductor (en nuestro caso al ser un buque grande con un motor a bajas revoluciones se considera que no lleva caja reductora)

$$WME = 5 + 4 * \left[ \frac{MCO}{N} \right]^{0,925}$$

MCO es la potencia máxima continua en motores diesel, la cual se calcula de forma aproximada mediante la fórmula de **D.G.M: Watson**

$$PB = \frac{0,889 \times DISW^{\frac{2}{3}} \times \left( 40 - \left[ \frac{LPP}{61} \right] + 400(K-1)^2 - 12 \times CB \right)}{15000 - 1,81 \times N \sqrt{LPP}} V^3$$

Siendo en este caso:

- K= Coeficiente de Alexander.
- N=105 rpm; estimación de las revoluciones de un motor “propulsión packages” Wartsila RT-flex58-T / RTA58T para un buque de características similares al estudiado de cinco cilindros y potencia 11300 kW.
- V= 15 en pruebas al 100% MCR a plena carga (condición de proyecto)

Con los valores expresados en BHP de la potencia se procede al cálculo del peso del motor propulsor (la potencia viene expresada en kW):

Se estima el **Peso del Resto de la Maquinaria** mediante la fórmula:

$$WRP = Km \times MCO^{0,7}$$

- Km = 0,56 para graneleros

El **Peso de otros elementos de la Cámara de Máquinas** se puede calcular mediante la fórmula:

$$WQR = 0,03 \times V_{CM}$$

Siendo V<sub>CM</sub> el Volumen de la Cámara de Máquinas:

$$V_{CM} = Lpp * B * D * \left( \frac{0,042D}{d} - 0,04Cb + (Lcm + Lpp) * \frac{(Cb - 0,02)}{Lpp} \right) - 0,8$$

Siendo L<sub>CM</sub> (Longitud de la cámara de máquinas) estimada por la fórmula:

$$LCM = 2,53Lpp^{0,34} + 3,87 * 10^{-6} * 0,85MCO^{1,5}$$

Con estos cálculos previos se llega al valor de WQR.

El **Peso de la línea de ejes**, fuera de la cámara de máquinas:

$$WQE = Kne \times l_{eje} \times (5 + 0,0164 L_{pp})$$

Siendo:

- 1 eje= la longitud en metros de la línea de ejes fuera de la cámara de maquinas, al ser un buque de una sola hélice que tiene bulbo a popa hace que la salida del eje a partir del mamparo de cámara de máquinas hasta la entrada a la hélice se pueda estimar en unos 4 m. El dato proporcionado por el tipo de motor habiendo elegido el paquete propulsor es de 3,8m.
- $Kne = 1$ ; para buques de 1 línea de ejes

### 5.1.3.- Peso del Equipo y la Habitación (WOA)

Viene dado por la fórmula:

$$WOA = Ke \times L_{pp} \times B$$

Donde:

$$Ke = 0,39 - 0,0001 \times L_{pp}$$

El peso en rosca será la suma de los pesos anteriormente calculados, es decir:

$$P_R = WST + WQ + WOA$$

Con los pesos obtenidos se obtiene el peso en rosca de cada alternativa, y sumándole el peso muerto se obtiene el desplazamiento, ( $\Delta$ ). Este desplazamiento no coincide con el estimado inicialmente, con lo que se sustituye el anterior calculado por éste y se repiten los pasos anteriores iterando hasta estabilizar los valores en una diferencia del 0.1%.

### 5.1.4.- Estimación del Peso del Equipo Restante ( $P_{er}$ )

Para el cálculo del peso del equipo restante ( $P_{er}$ ) se ha utilizado la expresión de los apuntes de la asignatura proyectos:

$$P_{er} = 0.035 \times L_{pp}^{1,3} \times B^{0,8} \times D^{0,3}$$

## 6.- ESTIMACIÓN DEL FRANCOBORDO ( $F_b$ )

Se calcula el francobordo tabular para cada alternativa, interpolando con los valores de la tabla para buques de **tipo B**.

Al valor obtenido de dicha tabla hay que hacerle las siguientes correcciones:

- Corrección por coeficiente de bloque (Al ser el  $C_b$  mayor de 0.68):

$$C_{b85\%} = 1.01 \times C_b,$$

$$F_{b1} = F_{bTabular} \times (C_{b85\%} + 0.68) / 1.36)$$

- Corrección por puntal (El puntal excede de  $L/15$ ):

$$F_{b2} = F_{b1} + \left( D - \frac{L_{pp}}{15} \right) \times 250$$

- Corrección por superestructuras:

La eslora total de superestructura más la eslora del castillo es como máximo:

$$L_{sup} = L_{pp} - L_{TL}$$

Entrando con el valor de  $L_{sup}/L_{pp}$  en la tabla de corrección por superestructuras se obtiene interpolando la corrección del francobordo que sería sustractiva:

$$F_{b3} = F_{b2} - CorrSup$$

- Corrección por el arrufo:

$$F_{bTotal} = F_{b3} + \left( 1 - \frac{A}{100} \right) \times (4.168 \times L_{pp} + 125) \times \left( 0.75 - \frac{L_{sup}}{2 \times L_{pp}} \right),$$

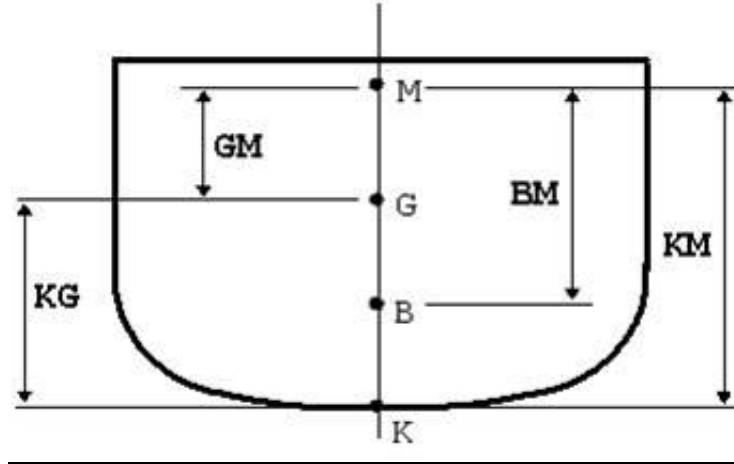
Siendo:

$$A = 3.3$$

## 7.- ESTIMACIÓN DE LA ESTABILIDAD INICIAL, (GM)

La estabilidad inicial del buque en una situación de carga se identifica por el valor de la altura metacéntrica (GM):

$$GM = KM - KG$$



Para obtener el valor de la altura del centro de gravedad (KG) del casco, se calculan por separado los valores para la superestructura, de la maquinaria y del peso muerto. Y para estos cálculos se emplean las siguientes expresiones:

$$KG_{CASCO} = 0.01 \times D \times (46.6 + \frac{0.135 \times (0.81 - C_b) \times L_{PP}^2}{D^2}) + \frac{L_{PP}}{(B - 6.5)} \times 0.008 \times D$$

$$KG_{EQUIPO} = D + 1.25 + 0.01 \times (L_{PP} - 125)$$

$$KG_{MAQ} = 0.17 \times T + 0.36 \times D$$

$$KG_{PM} = 0.57 \times D$$

Siendo el valor normal del  $KG_{PM}$  un 57% del puntal para este tipo de buques.

El valor de la altura del centro de gravedad del buque en rosca ( $KG_{ROSCA}$ ) es por tanto:

$$KG_{ROSCA} = \frac{KG_{CASCO} \times P_A + KG_{EQUIPO} \times P_E + KG_{MAQ} \times P_M}{P_R}$$

El valor de la altura del centro de gravedad del buque (KG) vale:

$$KG = \frac{KG_{ROSCA} \times P_R + KG_{PM} \times TPM}{\Delta}$$

A partir de la formulación de las series Formdata se calcula la altura del centro de carena ( $KB$ ):

$$KB = \frac{C_2 \times T_s}{C_b}$$

Siendo:

$$C_2 = 2.415 \times C_b^{0.1434} \times \left( \frac{T_s}{T} \right)^{0.025} - 1.9200$$

Y el radio metacéntrico ( $BM$ ):

$$BM = C_1 \times \frac{B^2}{C_b \times T_s}$$

Siendo:

$$C_1 = 0.772 \times C_b^{0.0803} \times \left( \frac{T_s}{T} \right)^{0.023} - 0.6914$$

Con lo que se obtiene la altura del metacentro transversal ( $KM$ ) como:

$$\boxed{KM = KB + BM}$$

Una vez calculada la estabilidad inicial ( $GM$ ), para saber si los valores obtenidos son válidos, se comprueba que:

$$0.070 < \frac{GM}{B} < 0.095$$

Ya que éste es el intervalo de valores normales para buques graneleros.



## 8.- ESTIMACIÓN DEL COSTE DE CADA ALTERNATIVA

La ecuación del coste de construcción de un buque es:

$$CC = tps \times WST + CEC + cep \times BP + chf \times nch \times NT + cpe \times tps \times P_{er} + cva \times CC$$

Donde:

- tps, es el coeficiente de coste unitario de la estructura montada (€ / t).
- WST, es el peso de la estructura (t).
- CEC, es el coste de los equipos de manipulación y contención de la carga y de su montaje.
- cep, es el coeficiente del coste unitario de la maquinaria instalada (€/kW).
- BP, es la potencia del equipo propulsor (kW).
- chf, es el coste unitario de la habilitación y fonda (€/trip).
- NT, es el número de tripulantes.
- cpe, es el coeficiente de comparación del coste del equipo restante.
- $P_{er}$ , es el peso del equipo restante, excluido el de carga (t).
- cva, es el coeficiente de costes varios aplicados.
- nch, es el nivel de calidad de la habilitación.

Siendo el valor de los coeficientes:

- tps = 2800 € / t.
- cep = 360 € / kW.
- chf = 40000 € / tripulante.
- nch = 1,2
- cpe = 1,35
- cva = 0,1
- NT = 28 tripulantes
- CEC = 1500000 €

Las incógnitas a calcular son el peso del acero (WST), la potencia propulsora (BHP), y el peso del equipo restante ( $P_{er}$ , sin el equipo de manipulación y contención de la carga).

## 9.- ELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Antes de seleccionar ninguna alternativa tenemos que tener en cuenta cuál es nuestro criterio más importante a la hora de la selección de una o más alternativas.

En nuestro caso el criterio más importante es el coste del buque. Pero hay que tener en cuenta que si se escogiera la alternativa más económica resultaría el buque más pequeño, con la relación eslora-manga menor, luego antes de seleccionar la alternativa hay que tener en cuenta el volumen de carga, el francobordo y la estabilidad transversal inicial que cumplan las especificaciones del proyecto.

### 9.1. Alternativa Seleccionada

Una vez realizadas las estimaciones de los parámetros principales de todas las alternativas se obtienen las siguientes conclusiones:

<i>Alternativa</i>	<i>BHP</i>	<i>P<sub>ROSCA</sub> (tn)</i>	<i>FB<sub>Total</sub> (m)</i>	<i>GM (m)</i>	<i>GM/B</i>	<i>Coste Total</i>
<b>1</b>	10706	10117	5,02	3,60	0,111	36.608.727 €
<b>2</b>	10886	9974	5,40	1,33	0,047	36.667.103 €
<b>3</b>	10830	10467	4,85	4,53	0,137	37.797.936 €
<b>4</b>	10999	10317	5,22	2,06	0,071	37.852.470 €
<b>5</b>	11288	11180	5,07	3,92	0,117	40.336.387 €
<b>6</b>	11459	11026	5,43	1,54	0,052	40.391.531 €
<b>7</b>	11404	11568	4,89	4,88	0,142	41.658.573 €
<b>8</b>	11640	11408	5,23	2,30	0,076	41.734.766 €

Todas las alternativas tienen un francobordo disponible mayor que el requerido para cada alternativa.

Para buques graneleros, el valor de la estabilidad inicial dividido por la manga debe estar en el intervalo:

$$0.070 < \frac{GM}{B} < 0.095$$

Este requisito lo cumplen solamente dos alternativas, la alternativa 4 y la 8, por lo que quedan descartadas las demás. Estas alternativas se muestra en la siguiente tabla:

<i>Alternativa</i>	<i>C<sub>b</sub></i>	<i>Desplaz. (t)</i>	<i>GM (m)</i>	<i>BHP</i>	<i>Coste Total</i>
<b>4</b>	0,850	60317	2,06	10999	37.852.470 €
<b>8</b>	0,773	61408	2,30	11640	41.734.766 €

Hay que destacar que la alternativa 8 es la que tiene el coste total mayor y, además, de las dos alternativas es la que mayor potencia requiere.

Por lo tanto la alternativa elegida es la número 4.

Alternativa N° 4

Eslora entre perpendiculares:	195,23 m
Manga:	29,10m
Calado:	12,15 m
Puntal:	17,41 m
Coeficiente de bloque:	0,850
Potencia en pruebas 100% MCR y 10% margen de mar:	10999 bhp
Desplazamiento:	60317 tn
Peso muerto:	50000 tn
Peso rosca:	10317 tn
Francobordo disponible:	5,31 m
Francobordo requerido:	5,22 m
Abscisa del centro de carena:	102,36 m
KG Plena carga:	10,01 m
GM Plena carga:	2,06 m
Coste Total:	37.852.470 €

# ANEXOS

**Anexo I****1.- BASE DE DATOS****1.1.- Pesos y desplazamiento**

<i>Nombre</i>	<i>Año Entrega</i>	<i>Sociedad de Clas.</i>	<i>Peso Muerto (t)</i>	<i>Peso en Rosca (t)</i>	<i>Despl. (t)</i>	<i>Arqueo Bruto (Gt)</i>
<b>SPAR LYRA</b>	2004	DNV	44800	11600	65000	31000
<b>LIBERTAS</b>	2007	BUREAU VERITAS	62203		87370	40914
<b>JIN HUI</b>	2000	ABS	44579			28707
<b>GYP SUM INTEGRITY</b>	2008	LLOYD'S	47800			32900
<b>GRAIGLASS</b>	2006	DNV	44500	11000		32474
<b>BIG GLORY</b>	2005	BV	47965			30777
<b>BAHAMA SPIRIT</b>		ABS	44389			26792
<b>DELFA</b>		NKK	53594			31261
<b>PRISCILLA VENTURE</b>		NKK	77283			39999
<b>CHARLES MARTIN</b>		ABS	37604			23709

**1.2.- Dimensiones (m) y coeficiente de bloque**

<i>Nombre</i>	<i>L<sub>T</sub></i>	<i>L<sub>PP</sub></i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>T</i>	<i>C<sub>b</sub></i>
<b>SPAR LYRA</b>	190	183,05	32,26	17,5	12,1	0,85
<b>LIBERTAS</b>	225	216,2	32,24	19,7	13,5	
<b>JIN HUI</b>	189,99	182	32,26	16,69	11,75	
<b>GYP SUM INTEGRITY</b>	197,1	188,4	32,2	17,75	10,5	
<b>GRAIGLASS</b>	190	183,05	32,26	17,5	12,1	
<b>BIG GLORY</b>	189,9	185	32,26	17,8	12,1	
<b>BAHAMA SPIRIT</b>	187,5	180	32,6	16,1		
<b>DELFA</b>	189,99		32,26	17,2	11,85	
<b>PRISCILLA VENTURE</b>	225		32,26	19,39	13,11	
<b>CHARLES MARTIN</b>	179,2	168	30,4	16,2		

**1.3.- Capacidad ( $m^3$ )**

<i>Nombre</i>	<i>Carga (fardo)</i>	<i>Carga (grano)</i>	<i>Tanque Comb. Diesel</i>	<i>Tanque Comb. Pesado</i>	<i>Tanque Lastre Bodega</i>	<i>Tanque Agua Lastre</i>	<i>Vol. Total</i>
<i>SPAR LYRA</i>		65700	230	2000	Incluída	30700	82351,24
<i>LIBERTAS</i>		84326	166	2013		26634	116045,9
<i>JIN HUI</i>	64000	65252	138	1781		28411	81400,24
<i>GYPSUM INTEGRITY</i>		45708	68	1881		28338	64684,64
<i>GRAIGLASS</i>		65900				31750	80060,60
<i>BIG GLORY</i>		69450	170	1980		16600	88770,99
<i>BAHAMA SPIRIT</i>	57490	59520		1931		26695	75515,16
<i>DELFA</i>	64332	65751		2245		15371	90057,47
<i>PRISCILLA VENTURE</i>	88984	90588		2359		22972	135589,4
<i>CHARLES MARTIN</i>				2017		13197	10186,36

**1.4.- Propulsión**

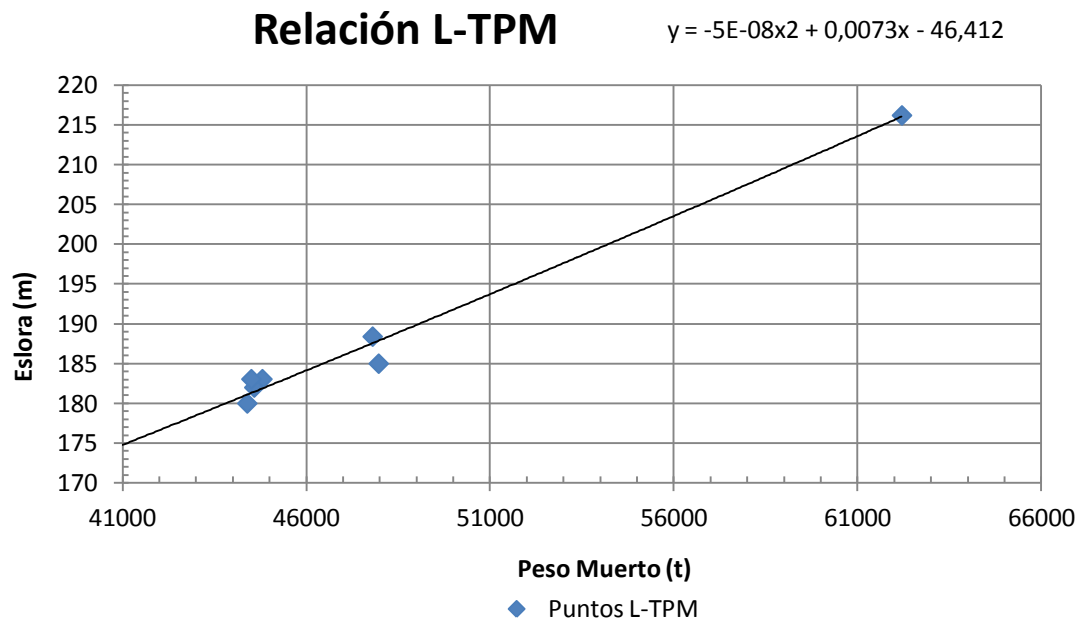
<i>Nombre</i>	<i>Consumo (t/día)</i>	<i>Potencia (KW)</i>	<i>RPM</i>	<i>Velocidad (Kn)</i>	<i>MCR</i>	<i>Margen de mar</i>
<i>SPAR LYRA</i>	33.1 + 2.5	9480	127	14	82%	15%
<i>LIBERTAS</i>	38,1	11060	127	14,5	85%	
<i>JIN HUI</i>	30,9	8206	118	14,8		
<i>GYPSUM INTEGRITY</i>	38	11275	93	15	85%	
<i>GRAIGLASS</i>	30,4	9480	127	14	75%	
<i>BIG GLORY</i>	29,9	8200	110	14,6	85%	
<i>BAHAMA SPIRIT</i>		7758				
<i>DELFA</i>		9480	127	16,1		
<i>PRISCILLA VENTURE</i>		9319	89,4	16,1		
<i>CHARLES MARTIN</i>		8505				

**2.- Cálculos sobre la base de datos****2.1.- Valores adimensionales y relación LBD**

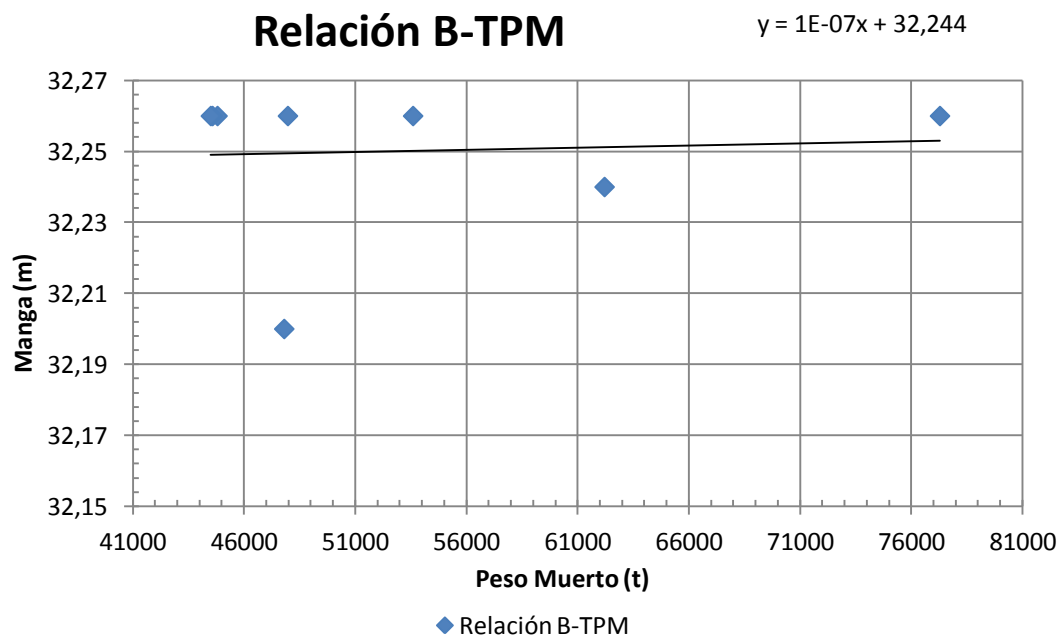
<i>Nombre</i>	<i>L/B</i>	<i>B/D</i>	<i>T/D</i>	<i>L/D</i>	<i>B/T</i>	<i>L/T</i>	<i>LBD</i>
<i>SPAR LYRA</i>	5,67	1,84	0,69	10,46	2,67	15,13	103340,88
<i>LIBERTAS</i>	6,71	1,64	0,69	10,97	2,39	16,01	137314,67
<i>JIN HUI</i>	5,64	1,93	0,70	10,90	2,75	15,49	97992,33
<i>GYPSUM INTEGRITY</i>	5,85	1,81		10,61	3,07	17,94	107680,02
<i>GRAIGLASS</i>	5,67	1,84	0,69	10,46	2,67	15,13	103340,88
<i>BIG GLORY</i>	5,73	1,81	0,68	10,39	2,67	15,29	106232,18
<i>BAHAMA SPIRIT</i>	5,52	2,02		11,18			94474,80
<i>DELFA</i>		1,88			2,72	0,00	0,00
<i>PRISCILLA VENTURE</i>		1,66			2,46	0,00	0,00
<i>CHARLES MARTIN</i>	5,53	1,88		10,37			82736,64

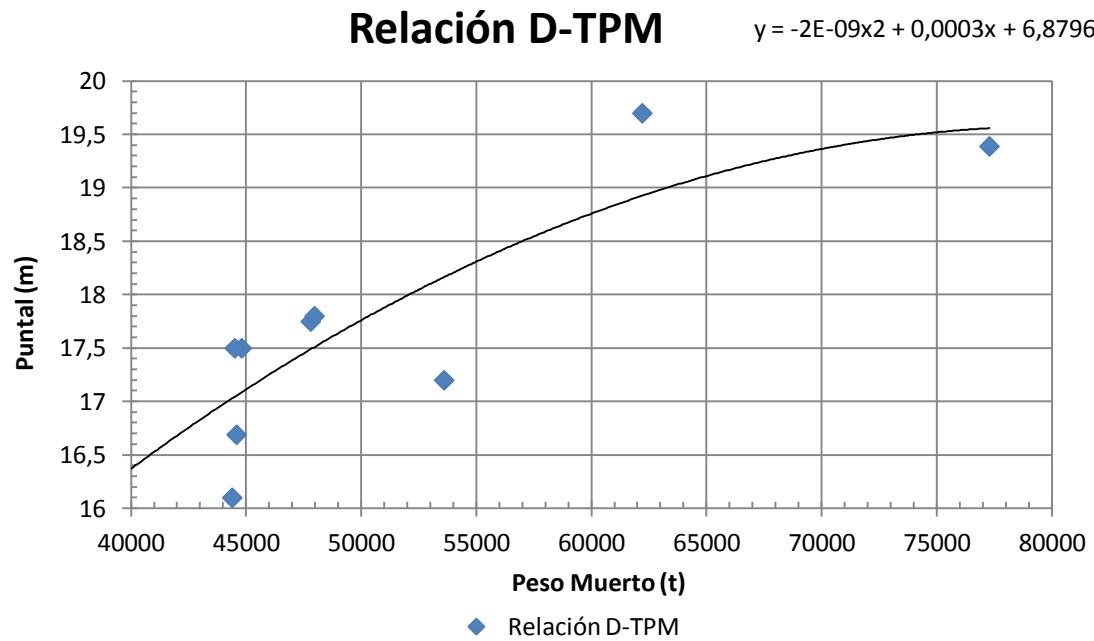
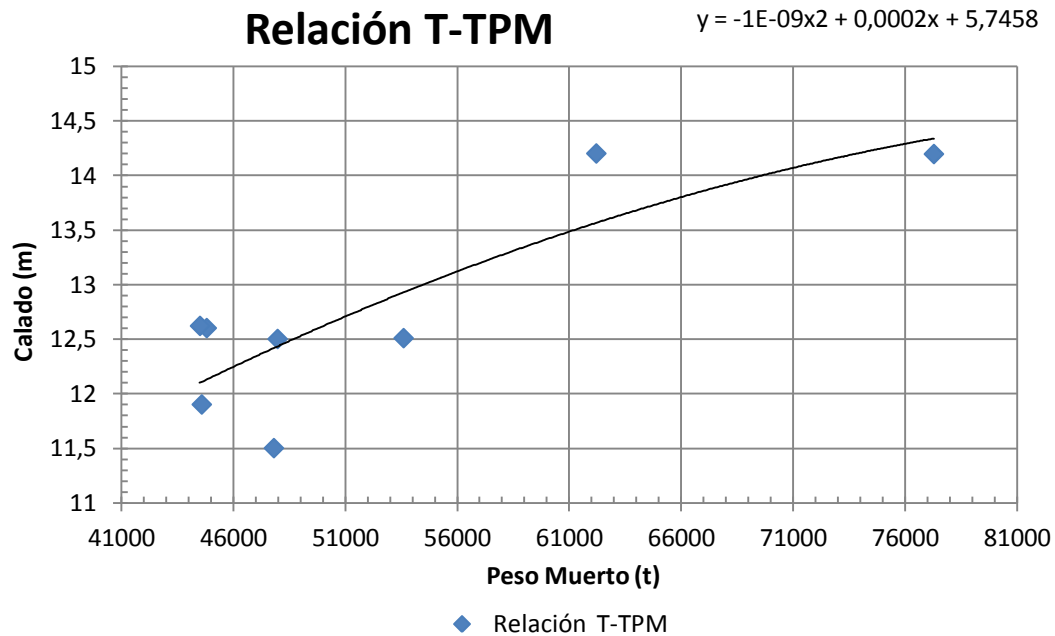
## Anexo II

### 1.- Gráfica Eslora - Peso muerto



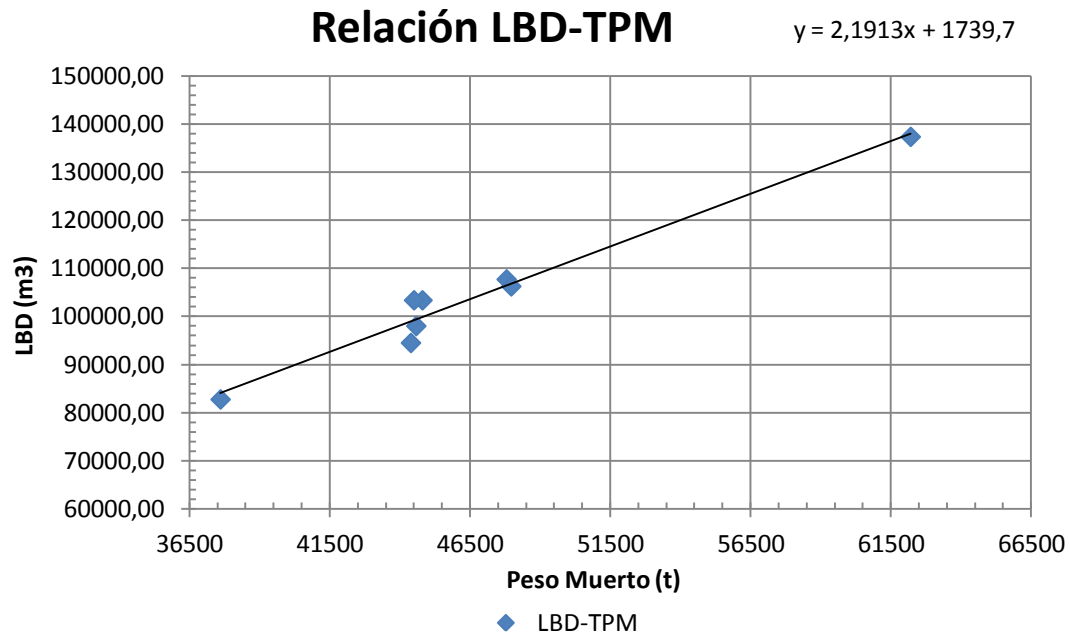
### 2.- Gráfica Manga - Peso muerto



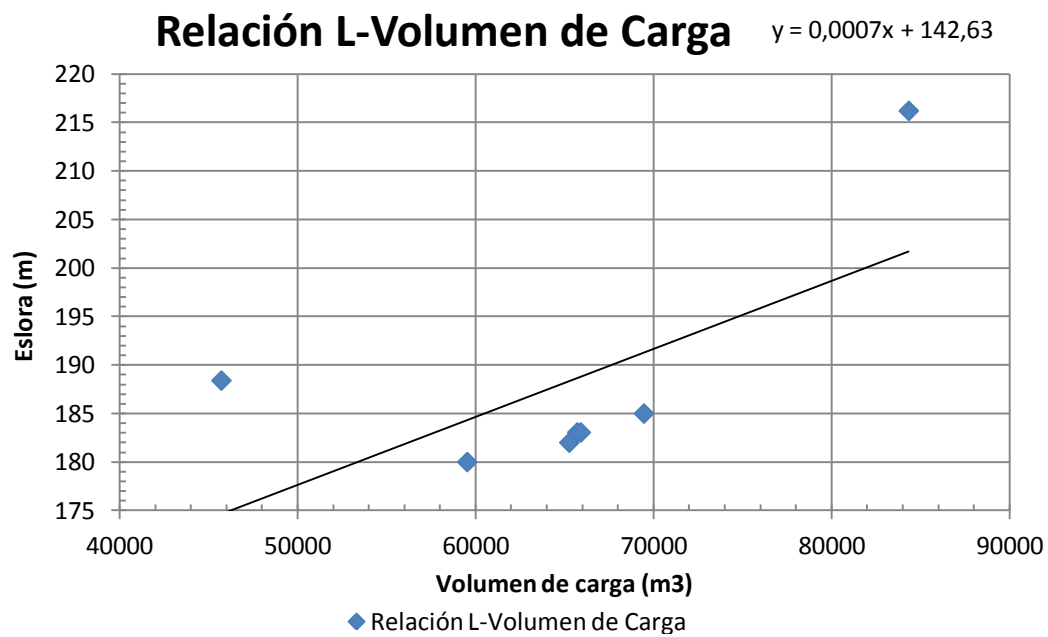
**3.- Gráfica Puntal - Peso muerto****4.- Gráfica Calado - Peso muerto**

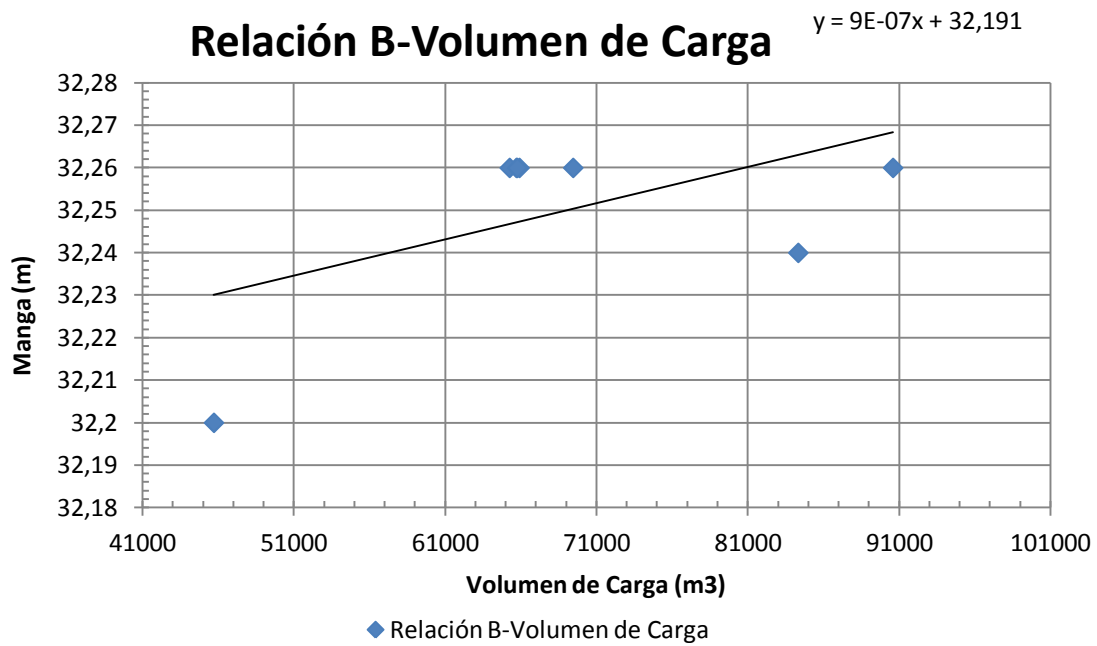
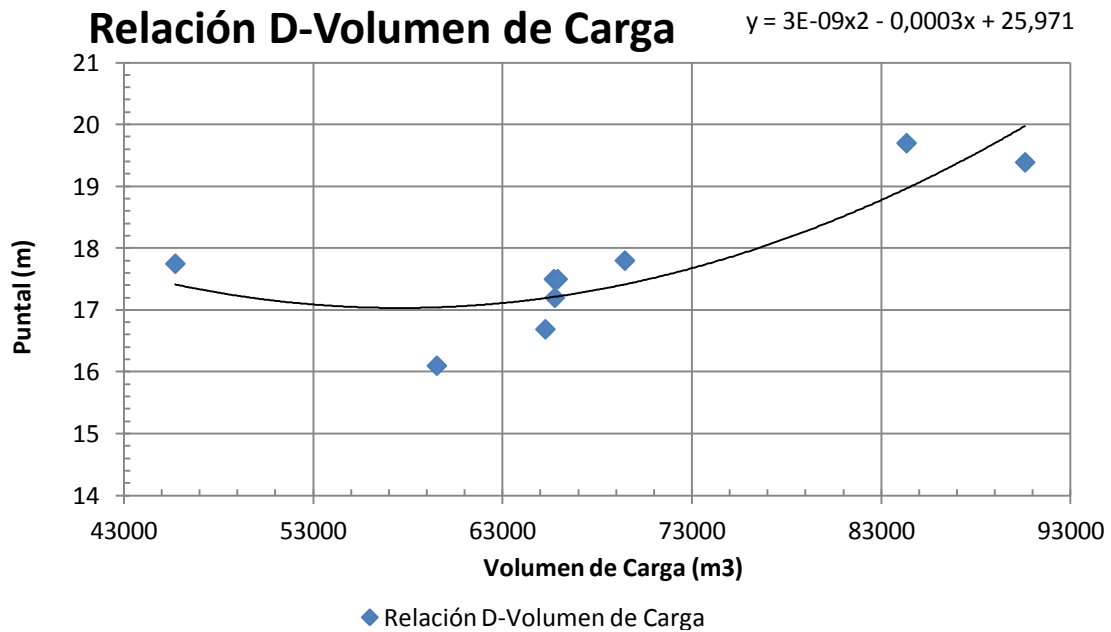


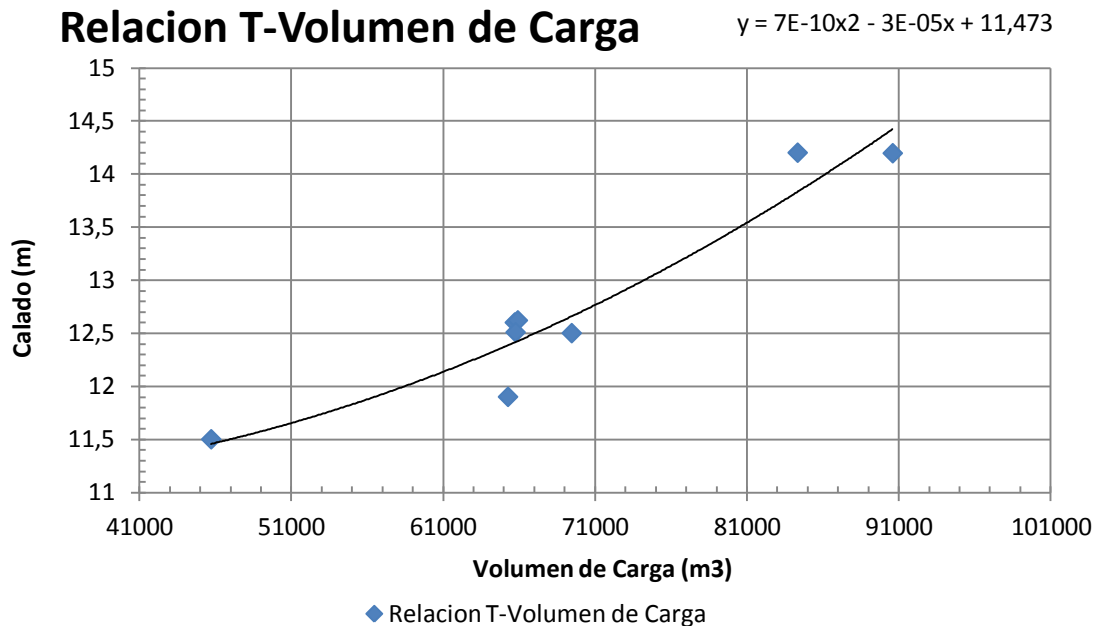
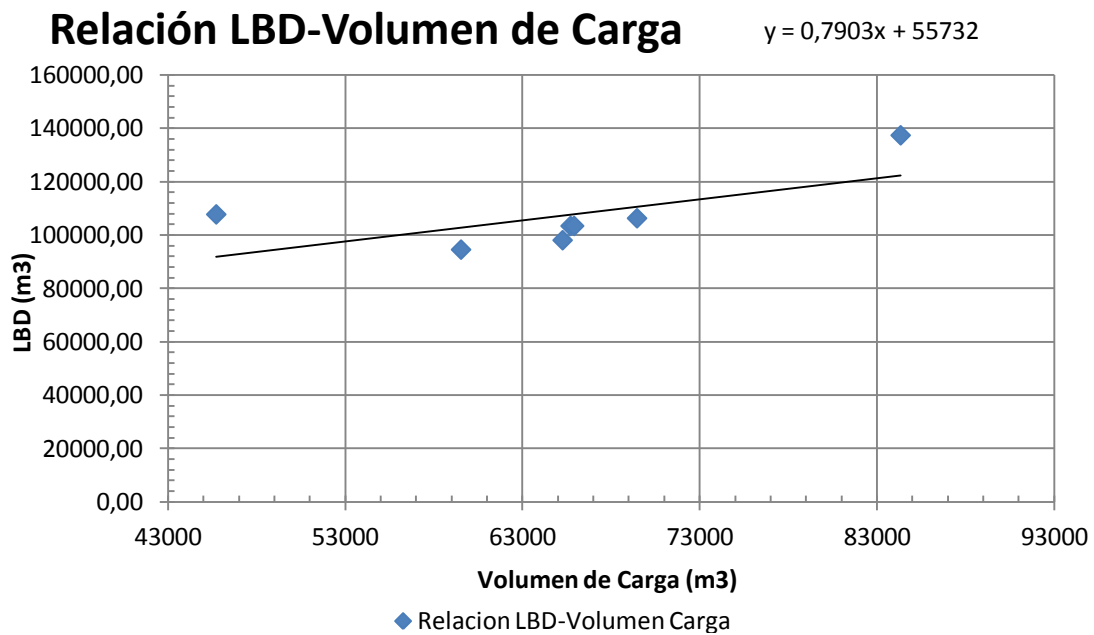
### 5.- Gráfica LBD - Peso muerto



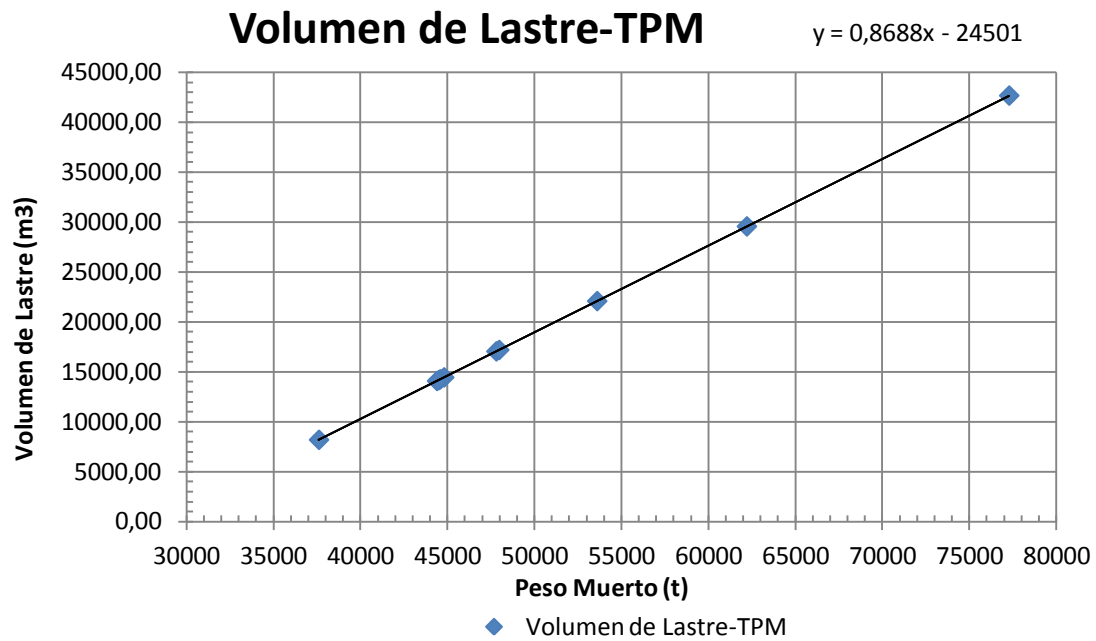
### 6.- Gráfica Eslora - Volumen de carga



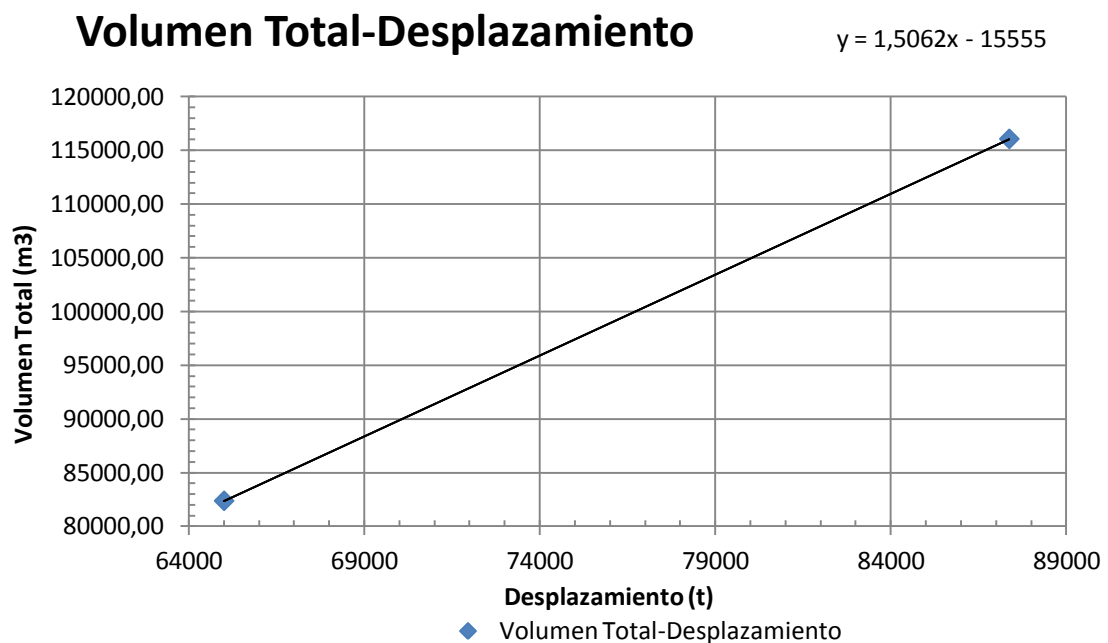
**7.- Gráfica Manga - Volumen de carga****8.- Gráfica Puntal - Volumen de carga**

**9.- Gráfica Calado - Volumen de Carga****10.- Gráfica LBD - Volumen de carga**

### 11.- Gráfica Volumen de lastre - TPM



### 12.- Gráfica Volumen Total - Desplazamiento



## Anexo III

### 1.- Cálculo de alternativas

#### 1.1.- Cálculo de dimensiones principales

<b>Alternativa</b>	<b>L/B</b>	<b>L/D</b>	<b>LBD (m3)</b>	<b>L (m)</b>	<b>B (m)</b>	<b>D (m)</b>	<b>T/D</b>	<b>T (m)</b>
<b>1</b>	5,52	10,37	99198,5	178,41	32,32	17,20	0,699	12,03
<b>2</b>	6,71	10,37	99198,5	190,40	28,38	18,36	0,697	12,79
<b>3</b>	5,52	11,18	99198,5	182,93	33,14	16,36	0,698	11,43
<b>4</b>	6,71	11,18	99198,5	195,23	29,10	17,46	0,696	12,15
<b>5</b>	5,52	10,37	111304,7	185,39	33,58	17,88	0,698	12,48
<b>6</b>	6,71	10,37	111304,7	197,85	29,49	19,08	0,695	13,27
<b>7</b>	5,52	11,18	111304,7	190,09	34,44	17,00	0,697	11,85
<b>8</b>	6,71	11,18	111304,7	202,87	30,23	18,15	0,694	12,60

#### 1.2.- Cálculo de desplazamiento y coeficientes de formas

<b>Alternativa</b>	<b>Despl.</b>	<b>Vol. despl. (m3)</b>	<b>C<sub>b</sub></b>	<b>C<sub>M</sub></b>	<b>C<sub>P</sub></b>	<b>C<sub>W</sub></b>	<b>X<sub>B</sub> (%)</b>
<b>1</b>	60117	58650	0,843	0,996	0,847	0,904	2,317
<b>2</b>	59974	58511	0,844	0,996	0,848	0,905	2,332
<b>3</b>	60467	58992	0,849	0,996	0,852	0,909	2,419
<b>4</b>	60317	58846	0,850	0,996	0,853	0,909	2,434
<b>5</b>	61180	59688	0,766	0,992	0,773	0,844	1,022
<b>6</b>	61008	59520	0,767	0,992	0,773	0,845	1,032
<b>7</b>	61568	60066	0,772	0,992	0,778	0,849	1,121
<b>8</b>	61408	59911	0,773	0,992	0,779	0,849	1,135

#### 1.3.- Cálculo de Peso en rosca

<b>Alternativa</b>	<b>L<sub>CM</sub> (m)</b>	<b>V<sub>CM</sub> (m<sup>3</sup>)</b>	<b>WST (ton)</b>	<b>WOA (ton)</b>	<b>WQ (ton)</b>	<b>P<sub>R</sub> (ton)</b>
<b>1</b>	17,39	5903	8126	1220	770	10117
<b>2</b>	17,79	5601	8126	1078	769	9974
<b>3</b>	17,57	5848	8438	1255	774	10467
<b>4</b>	17,96	5547	8438	1106	773	10317
<b>5</b>	17,81	5683	9118	1274	788	11180
<b>6</b>	18,21	5378	9118	1121	787	11026
<b>7</b>	17,98	5632	9467	1309	792	11568
<b>8</b>	18,41	5343	9467	1148	793	11408

**1.4.- Cálculo de la potencia**

<b>Alternativa</b>	<b>Pot. 100% (BHP)</b>	<b>Pot. 100% (KW)</b>	<b>Pot. 10% (KW)</b>
<b>1</b>	10706	7872	8659
<b>2</b>	10886	8005	8805
<b>3</b>	10830	7963	8760
<b>4</b>	10999	8087	8896
<b>5</b>	11288	8300	9130
<b>6</b>	11459	8426	9268
<b>7</b>	11404	8386	9224
<b>8</b>	11640	8559	9415

**1.5.- Cálculo del peso del equipo restante y coste del buque**

<b>A.</b>	<b>P<sub>er</sub> (t)</b>	<b>Estruc.</b>	<b>Equipo</b>	<b>Equipo Rest.</b>	<b>Varios</b>	<b>Coste Total</b>
<b>1</b>	1120	22.753.477 €	4.617.328 €	4.233.049 €	5.004.873 €	36.608.727 €
<b>2</b>	1120	22.753.477 €	4.669.867 €	4.233.049 €	5.010.710 €	36.667.103 €
<b>3</b>	1163	23.625.407 €	4.653.473 €	4.395.263 €	5.123.794 €	37.797.936 €
<b>4</b>	1163	23.625.407 €	4.702.554 €	4.395.263 €	5.129.247 €	37.852.470 €
<b>5</b>	1228	25.530.315 €	4.786.916 €	4.641.518 €	5.377.639 €	40.336.387 €
<b>6</b>	1228	25.530.315 €	4.836.545 €	4.641.518 €	5.383.153 €	40.391.531 €
<b>7</b>	1275	26.508.655 €	4.820.677 €	4.819.384 €	5.509.857 €	41.658.573 €
<b>8</b>	1275	26.508.655 €	4.889.250 €	4.819.384 €	5.517.477 €	41.734.766 €

**1.6.- Cálculo del francobordo**

<b>Alternativa</b>	<b><math>FB_T</math> (m)</b>	<b><math>FB_1</math> (m)</b>	<b><math>FB_2</math> (m)</b>	<b><math>L_{sup}</math> (m)</b>	<b><math>L_{sup}/L_{pp}</math></b>	<b><math>CorrSup</math> (m)</b>	<b><math>FB_3</math> (m)</b>	<b><math>FB_{Total}</math> (m)</b>	<b><math>D-T</math> (m)</b>	<b><math>D-T-FB</math> (m)</b>
<b>1</b>	2,886	3,250	4,577	34,53	0,19	0,104	4,474	5,02	5,17	0,15
<b>2</b>	3,106	3,500	4,917	35,41	0,19	0,099	4,817	5,40	5,57	0,17
<b>3</b>	2,965	3,352	4,394	34,88	0,19	0,102	4,292	4,85	4,94	0,08
<b>4</b>	3,191	3,610	4,721	35,77	0,18	0,098	4,623	5,22	5,31	0,09
<b>5</b>	3,012	3,220	4,599	35,22	0,19	0,102	4,498	5,07	5,40	0,34
<b>6</b>	3,228	3,452	4,924	36,12	0,18	0,098	4,827	5,43	5,81	0,38
<b>7</b>	3,101	3,329	4,411	35,58	0,19	0,100	4,311	4,89	5,15	0,26
<b>8</b>	3,311	3,556	4,711	36,52	0,18	0,096	4,615	5,23	5,55	0,31

**1.7.- Cálculo de estabilidad**

<b>Alternativa</b>	<b><math>KG_{Casco}</math> (m)</b>	<b><math>KG_{Equipo}</math> (m)</b>	<b><math>KG_{Maq}</math> (m)</b>	<b><math>KG_{Rosca}</math> (m)</b>	<b><math>KG</math> (m)</b>	<b><math>KB</math> (m)</b>	<b><math>BM</math> (m)</b>	<b><math>KM</math> (m)</b>	<b><math>GM</math> (m)</b>	<b><math>GM/B</math></b>
<b>1</b>	8,89	18,99	8,24	10,05	9,85	6,23	7,22	13,45	3,60	0,111
<b>2</b>	9,74	20,26	8,78	10,81	10,52	6,62	5,23	11,86	1,33	0,047
<b>3</b>	8,42	18,19	7,83	9,55	9,36	5,91	7,98	13,89	4,53	0,137
<b>4</b>	9,23	19,42	8,35	10,25	10,01	6,28	5,79	12,07	2,06	0,071
<b>5</b>	9,42	19,73	8,56	10,54	10,25	6,59	7,58	14,17	3,92	0,117
<b>6</b>	10,32	21,06	9,12	11,33	10,96	7,00	5,50	12,50	1,54	0,052
<b>7</b>	8,96	18,90	8,14	10,03	9,75	6,25	8,39	14,64	4,88	0,142
<b>8</b>	9,81	20,17	8,67	10,77	10,42	6,64	6,08	12,72	2,30	0,076

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS NAVALES**



PROYECTO Nº 59

# **GRANELERO 50.000 TPM**

## **CUADERNO 3**

### **FORMAS**

**TUTOR:**

**D. SEBASTIÁN JOSÉ ABRIL PÉREZ**

**REALIZADO POR:**

**D. JÉSSICA LIVIANO RODRÍGUEZ**  
**D. JESÚS RODRÍGUEZ MAESTRE**



INDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	3
2.- PROCESO DE GENERACIÓN DE FORMAS.....	4
3.- COEFICIENTES DE CARENA .....	5
3.1.- Número de Froude .....	6
4.- PERFIL DE PROA.....	7
4.1.- Justificación del bulbo .....	7
4.2.- Parámetros del bulbo de proa.....	7
4.2.1.- Altura del punto de máxima protuberancia, ( $H_x$ ).....	7
4.2.2.- Abscisa del punto de máxima protuberancia, ( $X_x$ ).....	8
4.2.3.- Área transversal del bulbo .....	8
5.- PERFIL DE POPA .....	9
6.- DEFINICIÓN DEL CASCO DEL BUQUE .....	10
Anexo I.....	12
Curva de áreas adimensionalizada del buque .....	12
Anexo II .....	16
Plano de formas .....	16

## **1.- INTRODUCCIÓN**

En el presente cuaderno se pretende definir las formas del buque a proyectar. Para ello, adaptamos a éstas los parámetros definidos en el Cuaderno 2 de Dimensionamiento Inicial.

Para la obtención de las formas se ha tenido en cuenta, también, además de las dimensiones principales como los coeficientes de carena, otros aspectos como un adecuado perfil hidrodinámico (bulbos de proa, popa, huelgo suficiente para alojar la hélice y el codaste, etc).

Estas variables, sumadas a los anteriores, suponen que la forma alcanzada acabe siendo una solución de compromiso, con unos valores lo más cercanos a los parámetros calculados en el segundo cuaderno y que cumplan con las restricciones y exigencias antes mencionadas.

## **2.- PROCESO DE GENERACIÓN DE FORMAS**

La generación de formas se lleva a cabo utilizando el programa de diseño y arquitectura naval **MAXSURF**.

Las dimensiones principales (Lpp, B y T) determinadas en el segundo cuadernillo, conjuntamente con los coeficientes de la carena, permiten la generación de las formas del Buque-Proyecto por medio de una transformación de las formas de un buque plantilla estándar dado por el propio programa de diseño MAXSURF.

Los pasos realizados de cara a la consecución de las formas finales del buque proyecto fueron los siguientes:

1.- Modificación del buque plantilla para ajustarnos a los requerimientos de proyecto, donde se realizaron las siguientes transformaciones:

- Transformación afín de las dimensiones principales a las deseadas para nuestro buque proyecto (obtenidas de la fase de dimensionamiento inicial).
- Ajuste de los coeficientes de la carena. Ello se realizó, en una primera aproximación, ajustando en primer lugar el  $C_p$  al deseado y, seguidamente, manteniendo éste constante, modificando el  $C_m$  hasta obtener un valor muy parecido al del buque proyecto.
- Comprobación de KM transversal al valor deseado. Dicho valor es el obtenido en la primera fase de dimensionamiento inicial, de cara a asegurar una adecuada estabilidad intacta.

2.- Una vez obtenidas las formas de un buque que cumple con nuestros requerimientos de proyecto, se procedió a un ajuste definitivo de las mismas para obtener un resultado razonable desde el punto de vista hidrodinámico. Así, se realizaron unos ajustes al buque proyecto:

- Modificación de las formas de proa y popa hasta obtener los resultados deseados mediante manipulación de los puntos de control con vistas a optimizar las formas de estas zonas, adaptarles los bulbos y dejar huelgo suficiente en el codaste para la hélice y el timón.
- Alisado de formas realizando pequeñas modificaciones locales de los puntos de control de las superficies que definen la carena del buque proyecto. El alisado de las formas se apoyó, además, en un visualizador tridimensional de las superficies de la carena. Con ello, se comprobó el empalme de las superficies que definen la carena y la posible existencia de “bollos”. Además, se comprobó el buen aspecto de la curva de áreas.

Finalmente llegamos a una solución de compromiso en las formas bastante ajustada a los resultados obtenidos en el cuaderno de dimensionamiento inicial y cuyas características se presentan a continuación.

### **3.- COEFICIENTES DE CARENA**

El **Coeficiente de Bloque** del Buque-Proyecto se determinó en la fase de definición de las dimensiones principales y generación de alternativas. Fue obtenido a partir de las dimensiones principales y el desplazamiento del buque, usando la definición de Cb.

El coeficiente de bloque resultante para la alternativa escogida fue 0,850.

Coeficiente de bloque: 0,850

El **Coeficiente de la Maestra** del Buque Proyecto se determinó igualmente en la fase de dimensionamiento inicial, llegando a él a partir de la expresión empírica de Kerlen. Se obtuvo un Cm de 0,996; El Coeficiente de la Maestra de nuestras formas adopta el valor de 0,994, que está muy cercano al calculado en nuestro Buque Proyecto.

Coeficiente de la maestra: 0,994

El **Coeficiente en la Flotación** de la fase de dimensionamiento inicial se obtuvo a partir de la fórmula de J.Torroja. El resultado obtenido fue 0,909. Sin embargo, el coeficiente de la flotación de las formas adoptadas es 0,884. Luego

Coeficiente de la flotación: 0,884

El **Coeficiente Prismático** queda completamente definido con el coeficiente de bloque y el de la maestra, puesto que es el cociente de ambos. Así pues,

Coeficiente prismático: 0,831

De los coeficientes anteriores se obtienen los siguientes datos del desplazamiento y área de la maestra del Buque-Proyecto:

**Desplazamiento:** 60309 Ton  
**Área de la maestra:** 351,54 m<sup>2</sup>

La posición longitudinal del centro de carena, fue obtenida a partir de una primera estimación de la posición del centro de gravedad del buque, en la situación de calado de proyecto. El centro de carena se posicionó 4,7 m a proa del mismo, por cuestiones conservadoras en cuanto a posibilidad de que el buque tenga trimado de popa.

**Posición longitudinal del centro de carena en nuestras formas:** 101,368 m (medida desde Ppp)  
Xcc = 3753 mm (desde Lpp/2) 1,929% de Lpp.

El radio de pantoque escogido debería coincidir con aquél que su desarrollo fuese la plancha normalizada del astillero, para evitar problemas constructivos del buque y evitar costuras en el pantoque, que provocarían fenómenos de formación de torbellinos de agua que repercutirían directamente en un ligero aumento de resistencia al avance y, lo que es aún peor, una falta de direccionalidad de la corriente de agua que le llega al propulsor.

**3.1.- Número de Froude**

El número de Froude se define respecto a la velocidad de servicio:

$$F_n = \frac{V}{\sqrt{g \times L_{PP}}}$$

Tomando la gravedad,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ , y la velocidad de servicio,  $V = 15 \text{ Kn}$ , se obtiene un valor de:

$$F_n = 0,176$$

## 4.- PERFIL DE PROA

### 4.1.- Justificación del bulbo

El bulbo de proa es un engrosamiento de la parte baja de la roda que se instala en los buques con el fin de disminuir la resistencia total al avance. Aunque no siempre se consigue este resultado.

La recomendación habitual para considerar bulbo de proa es:

$$C_b \times \frac{B}{L_{PP}} < 0.135$$

Ya que, en nuestro caso, el producto  $C_b \times \frac{B}{L_{PP}} = 0.127$  cumple con dicha posibilidad.

Estadísticamente, también se ha estudiado la **relación eslora/manga** y **número de Froude**, que hacen recomendable el uso de bulbo de proa. A continuación se detallan los intervalos de los valores antedichos para los que es recomendable el uso de bulbo de proa y los valores para el buque de proyecto.

$$5.5 < \frac{L_{PP}}{B} < 7, \quad 0.16 < F_n < 0.57$$

En el buque proyecto estos valores son:

$$\frac{L_{PP}}{B} = 6.71, \quad F_n = 0.176$$

En nuestro caso, estamos dentro de ambos márgenes al estar los valores dentro de los intervalos.

### 4.2.- Parámetros del bulbo de proa

#### **4.2.1.- Altura del punto de máxima protuberancia, ( $H_x$ )**

Se suele adimensionalizar con el calado, siendo el intervalo de valores normales:

$$0.35 < \frac{H_x}{T} < 0.55$$

De las formas, y utilizando el programa informático HULLSPEED se obtiene un valor de:

$$H_x = 5.675 \text{ m}$$

Siendo el cociente de la altura máxima entre el calado de 0.467, se comprueba que está dentro del intervalo de valores normales.

#### 4.2.2.- Abscisa del punto de máxima protuberancia, ( $X_x$ )

Es un parámetro menos crítico que la altura y se suele adimensionalizar con la eslora entre perpendiculares:

$$X_x = 5.93 \text{ m}$$

Por lo que el valor adimensionalizado es:

$$\frac{X_x}{L_{PP}} = 0.03261$$

#### 4.2.3.- Área transversal del bulbo

El área transversal del bulbo en la perpendicular de proa es:

$$S_{20} = 58,41 \text{ m}^2$$

Este parámetro se adimensionaliza con el área de la cuaderna maestra,  $S_{10}$ , que en el buque proyecto tiene un valor de  $506,63 \text{ m}^2$ , resultando por tanto:

$$\frac{S_{20}}{S_{10}} = 0.1153 \quad \Rightarrow \quad 11,53\%$$

El valor normal de este cociente en buques graneleros se encuentra en un intervalo del 9-12%.

## **5.- PERFIL DE POPA**

La popa adoptada es una popa de espejo, para conseguir líneas de flotación más esbeltas y minimizar los efectos de desprendimiento de la capa límite (que originan turbulencias). Se ha pretendido no sumergir en exceso el espejo, para evitar un aumento de la resistencia al avance, tratándose, por otro lado, de no dar un ángulo excesivo a la bovedilla del codaste. Se adopta una popa de espejo vertical.

Se ha introducido un pequeño bulbo de popa, ya que mejora las características hidrodinámicas del agua a su llegada al disco propulsor. Así, el coeficiente de estela será más uniforme a lo largo de toda la circunferencia del disco propulsor, con lo que se reducen las posibilidades de cavitación en la pala de la hélice.

El huelgo en popa vale 5,92 *m* entre las esloras de flotación y entre perpendiculares. Con ello se pretende dejar espacio suficiente para la colocación del timón y evitar que éste sobresalga del extremo de popa. También se deja una distancia de 3,7 *m* entre el bulbo de popa y la perpendicular de popa, para no tener problemas a la hora de alojar la hélice y el timón.

El resultado de todas estas consideraciones ha dado lugar al perfil del codaste definitivo.



**6.- DEFINICIÓN DEL CASCO DEL BUQUE**

En los anexos de este cuaderno se presentan las tablas de datos y curvas que definen el casco del buque. Los anexos son los siguientes:

- Anexo I: Curva de áreas adimensionalizada del buque.
- Anexo II: Plano de formas del buque.

# ANEXOS

## Anexo I

### **Curva de áreas adimensionalizada del buque**

Dicha curva se obtiene representando las áreas de cada sección bajo la flotación en función de la eslora e indica como se ha repartido el desplazamiento a lo largo de la misma.

Se ha representado una curva donde las ordenadas son adimensionales: área de cada sección como porcentaje del área de la sección de mayor área.

De la curva se obtiene:

- El volumen de carena ( $\nabla$ ), es el área encerrada por la curva.
- La posición del centro de gravedad del volumen de carena que coincide con la posición longitudinal del centro de gravedad del área bajo la curva.
- El coeficiente prismático (CP) :

$$Cp = \frac{\nabla}{A_{\otimes} \cdot L}$$

Siendo  $A_{\otimes} \cdot L$  = el área del rectángulo circunscrito a la curva de áreas.

La distribución adecuada del desplazamiento, es decir, la elección de la forma de la curva de áreas, es decisiva para alcanzar una resistencia favorable y un buen comportamiento en la mar. En ello desempeñan un cierto papel la longitud del cuerpo cilíndrico, la del cuerpo de entrada y de salida.

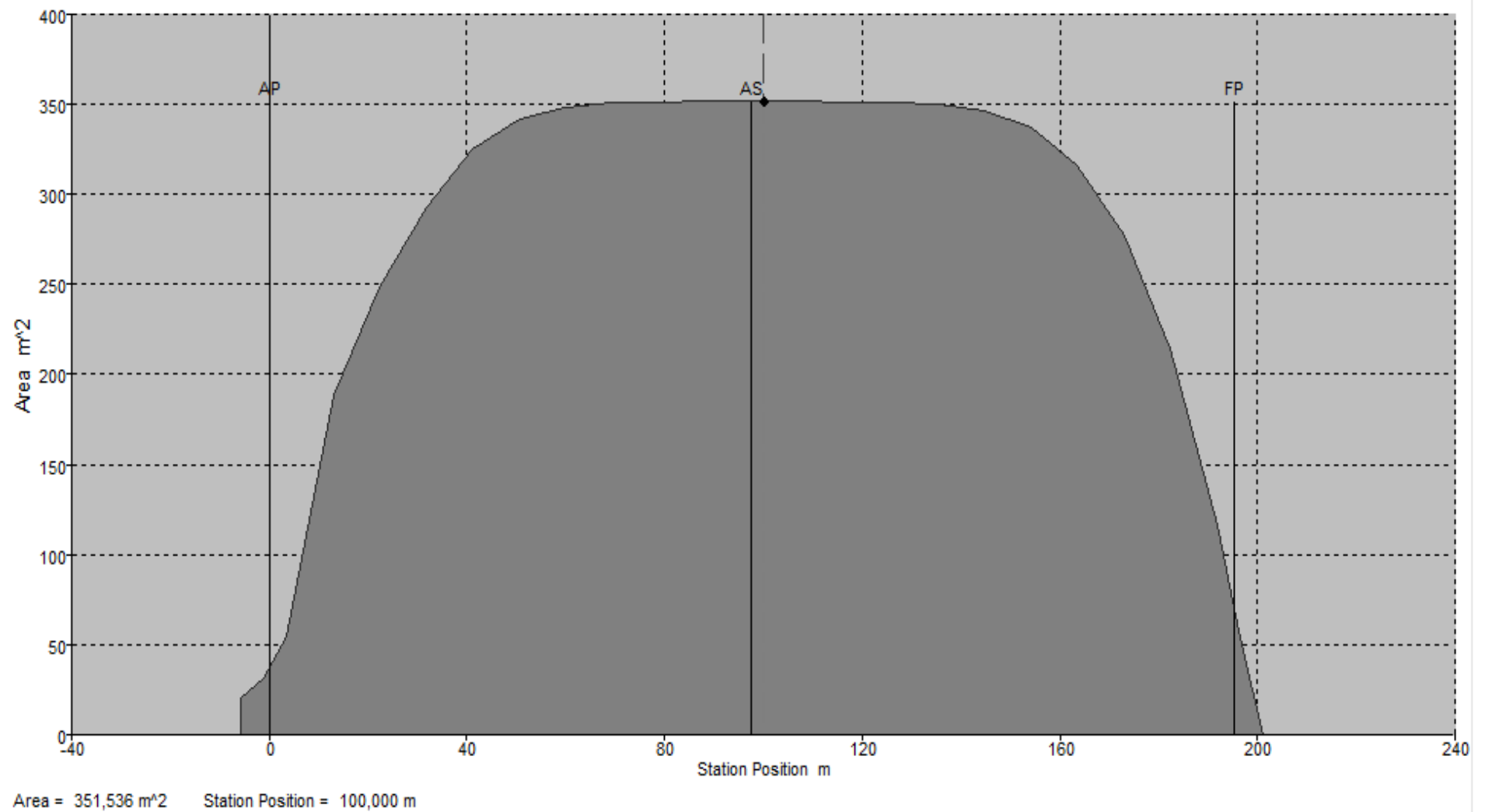
Las características de una buena curva de áreas son:

1. Tener partes rectas y claras tanto a popa como a proa.
2. No presentar inflexiones, “hombros” pronunciados, en la zona de empalme de los cuerpos de proa y popa.
3. En general, ser continúa y uniforme: no presentar quiebros ni discontinuidades.

La siguiente tabla, corresponde a la curva de áreas, donde se destacan los cuerpos de popa, cilíndrico y de proa con sus correspondientes zonas de transición.

<b>Sección</b>	<b>Posición</b>	<b>Área</b>	<b>Área normalizada</b>
<b>Extremo Proa</b>	201,536	0,00	0,000
<b>C 20.5</b>	200,111	0,05	0,072
<b>C 20</b>	195,230	53,57	0,152
<b>C 19.5</b>	190,349	116,44	0,331
<b>C 19</b>	185,469	214,18	0,609
<b>C 18.5</b>	180,588	245,75	0,699
<b>C 18</b>	175,707	277,32	0,789
<b>C 17</b>	165,946	315,56	0,898
<b>C 16</b>	156,184	336,95	0,959
<b>C 15</b>	146,423	346,37	0,985
<b>C 14</b>	136,661	349,87	0,995
<b>C 13</b>	126,900	351,07	0,999
<b>C 12</b>	117,138	351,42	1,000
<b>C 11</b>	107,377	351,52	1,000
<b>C 10</b>	97,615	351,54	1,000
<b>C 9</b>	87,854	351,51	1,000
<b>C 8</b>	78,092	351,36	0,999
<b>C 7</b>	68,331	350,73	0,998
<b>C 6</b>	58,569	348,47	0,991
<b>C 5</b>	48,808	341,71	0,972
<b>C 4</b>	39,046	324,76	0,924
<b>C 3.5</b>	34,165	308,84	0,878
<b>C 3</b>	29,285	292,93	0,833
<b>C 2.5</b>	24,404	270,74	0,770
<b>C 2</b>	19,523	248,56	0,707
<b>C 1.5</b>	14,642	218,34	0,621
<b>C 1</b>	9,762	188,12	0,535
<b>C 0.5</b>	4,881	54,07	0,154
<b>C 0</b>	0,000	31,18	0,089
<b>C -0.5</b>	-4,881	20,37	0,000
<b>Espejo</b>	-5,920	20,37	0,000

Gráficamente la Curva de Área queda de la siguiente manera:

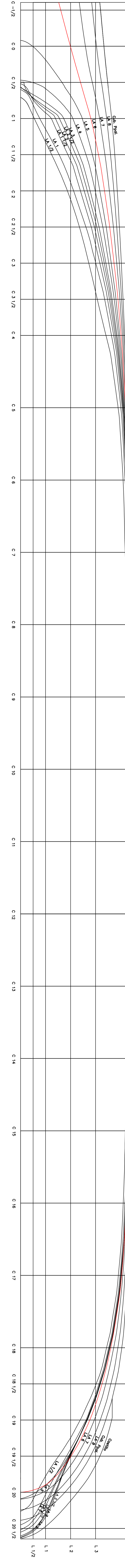
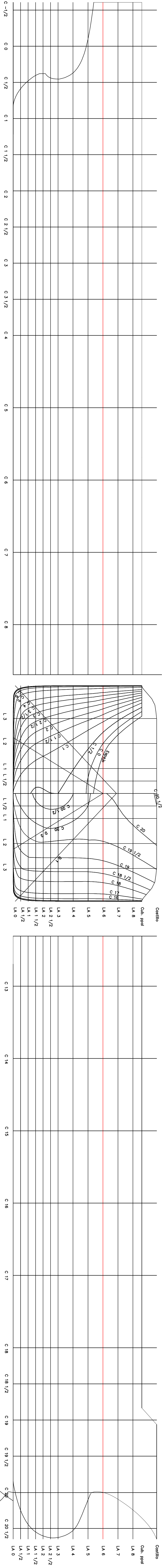


La curva no presenta quiebros o discontinuidades. Se aprecia el cuerpo cilíndrico con partes rectas en las zonas de popa y de proa.

A partir de los valores de la curva de áreas se puede deducir un cuerpo de entrada que abarca hasta la cuaderna 13, extendiéndose el cuerpo cilíndrico desde ésta hasta la cuaderna 8, y a popa de ésta se encuentra el cuerpo de salida.

## **Anexo II**

### **Plano de formas**



CARACTERÍSTICAS

ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	Lpp	195.23 m
MANGA DE TRAZADO	B	29.10 m
PUNIAL	D	17.41 m
ALADO	T	12.45 m
COEFICIENTE DE BLOQUE	CB	0.984
COEFICIENTE DE MANEJABILIDAD	CM	9.7615 m
SEPARACION L.A.		2.025 m

E.T.S.I.N. /PROYECTO FIN DE CARRERA 59	
GRANIELERO 50.000 TPM	
JESSICA LIVIANO RODRIGUEZ	ESCALA 1/200
JESUS RODRIGUEZ MAESTRE	
PLANO DE FORMAS	



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS NAVALES**



PROYECTO Nº 59

# **GRANELERO 50.000 TPM**

## **CUADERNO 4**

### **DISPOSICIÓN GENERAL**

**TUTOR:**

**D. SEBASTIÁN JOSÉ ABRIL PÉREZ**

**REALIZADO POR:**

**D. JÉSSICA LIVIANO RODRÍGUEZ  
D. JESÚS RODRÍGUEZ MAESTRE**

**ÍNDICE**

<b>1.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2.- DIMENSIONES PRINCIPALES INTERNAS DEL BUQUE .....</b>	<b>5</b>
2.1.- Estructura .....	5
2.1.1.- Clara de cuadernas .....	5
2.1.2.- Clara de bulárcamas .....	6
2.1.3.- Espaciado de longitudinales .....	6
2.1.4.- Espaciado de mamparos transversales .....	6
2.1.5.- Espaciado de mamparos longitudinales .....	7
2.1.6.- Altura de doble fondo .....	7
2.1.7.- Cubiertas.....	8
2.1.7.1.- Cubierta principal.....	8
2.1.7.2.- Cubierta del castillo .....	8
2.1.8.- Zona de carga.....	8
2.1.9.- Escotillas .....	9
2.1.10.- Cámara de máquinas .....	9
2.1.11.- Caja de cadenas. ....	9
<b>3.- VOLUMEN DE BODEGAS DE CARGA.....</b>	<b>10</b>
<b>4.- TANQUES .....</b>	<b>11</b>
4.2.- Tanques de lastre .....	11
4.2.- Tanques de combustible pesado Fuel Oil (HFO) .....	12
4.3.- Tanques de Diesel Oil.....	13
4.4.- Tanques de agua dulce.....	13
4.5.- Tanques de aceite.....	14
4.6.- Resto de tanques .....	14
<b>5.- HABILITACIÓN.....</b>	<b>15</b>
5.1.1.- Personal .....	15
5.1.2.- Guardias .....	15
5.2.1.- Acomodación y cubiertas.....	16
5.2.1.1.- Cubierta superior .....	16
5.2.1.2.- Cubierta “A” .....	16
5.2.1.3.- Cubierta “B” .....	17
5.2.1.4.- Cubierta “C” .....	17

5.2.1.5.- Cubierta "D" .....	17
5.2.1.6.- Cubierta puente de navegación. ....	17
<b>Anexo I .....</b>	<b>19</b>
Plano de Disposición General (DG).....	19

## **1.- INTRODUCCIÓN**

Teniendo establecidas las dimensiones principales del buque, así como las formas del buque, se procederá a comentar aquellas cuestiones que atañen a la disposición general. Se tendrán en cuenta aquellas normas que rigen las cuestiones relacionadas con la disposición general.

Por lo tanto, en este documento se determinan las dimensiones principales de las bodegas, piques, tanques de lastre y otros tanques, etc. que caracterizan la compartimentación interior. Este cálculo se realiza discutiendo las distintas posibilidades que se plantean para luego comprobar si estos resultados cumplen tanto la reglamentación como las exigencias que se tienen por proyecto.

También se comprueba si los tanques que se determinan tienen el volumen mínimo necesitado de consumo de fuel oil, diesel oil, agua dulce y aceite. Para ello utilizaremos el programa de construcción naval "Hydromax". Con él se calcula de forma precisa los volúmenes que cada uno de los espacios determinados tiene y se concluye si todo el proceso realizado lleva a resultados adecuados, teniendo entonces un criterio acertado para poder decidir.

Así mismo, quedan completamente definidos los espacios de los diferentes niveles de la habilitación y otros elementos importantes de la compartimentación interior, tales como accesos y comunicaciones entre los diferentes espacios determinados.

Finalmente, se adjuntarán los planos de disposición general, cuyo contenido está basado en las disquisiciones que se comentan en este cuadernillo, así como todas las cuestiones que están en otros cuadernillos y que atañen a dichos planos.

## 2.- DIMENSIONES PRINCIPALES INTERNAS DEL BUQUE

### 2.1.- Estructura

#### 2.1.1.- Clara de cuadernas

Lo primero que debe ser fijado es la clara entre cuadernas. Según la reglamentación de Bureau Veritas se han tomado las siguientes separaciones de cuadernas teniendo en cuenta las diferentes zonas del buque:

<b>Zona</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Posición (m)</b>	<b>Clara</b>	<b>Cuadernas</b>
<b>Pique de Popa</b>	7.5	0 → 7.50	750 mm	0 → 10
<b>Cofferdam</b>	1.50	7.50 → 9.00	750 mm	10 → 12
<b>Cám. de Máquinas</b>	23.25	9.00 → 32.25	750 mm	12 → 43
<b>Cofferdam</b>	1.50	32.25 → 33.75	750 mm	43 → 45
<b>Bodega Nº 7</b>	21.75	33.75 → 55.50	750 mm	45 → 74
<b>Bodega Nº 6</b>	21.75	55.50 → 77.25	750 mm	74 → 103
<b>Bodega Nº 5</b>	21.75	77.25 → 99.00	750 mm	103 → 132
<b>Bodega Nº 4</b>	21.75	99.00 → 120.75	750 mm	132 → 161
<b>Bodega Nº 3</b>	21.75	120.75 → 142.50	750 mm	161 → 190
<b>Bodega Nº 2</b>	21.75	142.50 → 164.25	750 mm	190 → 219
<b>Bodega Nº 1</b>	21.75	164.25 → 186.00	750 mm	219 → 248
<b>Pique de Proa</b>	9.23 (+3.02)	186.00 → 195.23	750 mm	248 → 260

Se ha establecido un criterio de clara de cuadernas homogéneo para toda la eslora del buque igual a 750 mm. Es aconsejable este criterio para homogeneizar el proceso de soldadura de refuerzos a la chapa durante el proceso constructivo del buque. Todo ello, en vistas a reducir el tiempo y coste de producción del buque.

Al tener bulbo de proa, la SSCC (Part B, CH 2, Section 1 2.1.2) indica que, el punto de medida del pique de proa es 3,02 m a proa de la perpendicular de proa, quedando una eslora destinada a carga de 152,25 m. Se procura que los mamparos transversales coincidan con una bulárcama para hacer más suave la transmisión de esfuerzos en la estructura.

La eslora del pique de proa es de 12,25 m (6,1% de la eslora de flotación, 201,15 m, por lo que cumple con los requerimientos de la sociedad de clasificación), sólo son 9,23 m dentro de la eslora entre perpendiculares en los que caben 12 cuadernas de 750 mm de separación y aún quedan 230 mm hasta alcanzar la perpendicular de proa, ya que ésta no coincide ni tiene porqué coincidir con una cuaderna.

El pique de popa es aproximadamente el 4% de la eslora entre perpendiculares, como se supuso en el cuadernillo Nº 3.

La sociedad de clasificación obliga a colocar cofferdam para separar los tanques de combustible y aceite del resto de compartimentos (Part B, CH 2, Section 2 2.1.1).

### 2.1.2.- Clara de bulárcamas

Como regla general, se sitúa una bulárcama cada 3 cuadernas, teniendo en cuenta que se localiza una bulárcama en cada mamparo y que las aberturas de las escotillas van ajustadas entre ellas.

### 2.1.3.- Espaciado de longitudinales

Para determinar el espaciado de longitudinales se procura que la brazola de la escotilla apoye sobre un perfil, para evitar zonas de concentración de esfuerzos en dichos puntos.

Se opta por hacer una disposición de longitudinales lo más homogénea posible, manteniendo dicha separación tanto en la cubierta principal como en las planchas del fondo y el doble fondo.

**Para el buque proyecto se ha seleccionado una separación entre longitudinales de 750 mm,** a mantener en la cubierta principal y doble fondo.

La separación entre varengas es de tres claras de longitudinales: 2250 mm.

Se comprueba en el cuaderno 10 que estos valores de separación de refuerzos están dentro de los márgenes permitidos por la norma de la Sociedad de Clasificación.

### 2.1.4.- Espaciado de mamparos transversales

Según la reglamentación de la sociedad de clasificación (BV- Parte B CH 2 S 1 1.1.1), y como nuestro buque es mayor de 190 m de longitud se disponen 11 mamparos, siendo de tipo corrugado todos menos los situados en los piques, proa de cámara de máquinas y popa de la bodega nº 7, puesto que se obtiene una estructura más ligera y con la misma resistencia.

La disposición de los mamparos transversales es la siguiente:

- Mamparo 1: en la posición de la cuaderna número 10 es el mamparo del pique de popa.
- Mamparo 2: situado en la cuaderna número 12, es el mamparo de popa de la cámara de máquinas.
- Mamparo 3: en la cuaderna número 43, es el mamparo de proa de la cámara de máquinas. La longitud de la cámara de máquinas es de 23,25 metros.
- Mamparo 4: situado en la cuaderna número 45, el mamparo de popa de la bodega nº 7.

- Mamparo 5: en la cuaderna número 74, es el mamparo de proa de la bodega n° 7. La longitud de la bodega n° 7 es de 21,75 metros.
- Mamparo 6: en la cuaderna número 103, es el mamparo de proa de la bodega n° 6. La longitud de la bodega n° 6 es de 21,75 metros.
- Mamparo 7: en la cuaderna número 132, es el mamparo de proa de la bodega n° 5. La longitud de la bodega n° 5 es de 21,75 metros.
- Mamparo 8: en la cuaderna número 161, es el mamparo de proa de la bodega n° 4. La longitud de la bodega n° 4 es de 21,75 metros.
- Mamparo 9: en la cuaderna número 190, es el mamparo de proa de la bodega n° 3. La longitud de la bodega n° 3 es de 21,75 metros.
- Mamparo 10: en la cuaderna número 219, es el mamparo de proa de la bodega n° 2. La longitud de la bodega n° 2 es de 21,75 metros.
- Mamparo 11: situado en la cuaderna número 248, en él comienza la bodega n° 1 con una longitud de 21,75 metros. Este mamparo está situado a 12,25 metros del punto de medida para el pique de proa especificado por la sociedad de clasificación, cumpliendo sus requerimientos (Part B, CH 2, Section 1 1.1.1).

### 2.1.5.- Espaciado de mamparos longitudinales

En la zona de carga del buque tendrá dos mamparos formando un doble casco.

Según se puede observar en la sección transversal, se dispondrán de forma que las bodegas de carga tengan tolvas inclinadas, una superior y otra inferior.

Los mamparos longitudinales (uno a cada banda) deben ser colocados a una distancia del costado del buque nunca inferior a 1m (OMI MSC 79/23/Add. 1 Anexo 3. Página 10). Nuestros mamparos longitudinales se colocarán a 1,5 m.

La configuración geométrica de este tipo de buques hace que las bodegas sean autoestibantes. De esta forma, los mamparos longitudinales cuentan con una inclinación de 55° con el doble fondo. Este desnivel provoca el deslizamiento de la carga hacia la zona central de la bodega lo que facilita las labores de descarga. También tienen una inclinación de 30° con la horizontal en la parte superior acabando en la brazola de la escotilla, reduciendo con esto el efecto de las superficies libres y facilitando la estiba de la carga.

### 2.1.6.- Altura de doble fondo

La altura de doble fondo requerida por la sociedad de clasificación es 1.55 m, por lo que es la altura del doble fondo en la zona de carga.

La altura del doble fondo en cámara de máquinas es de 2.50 m. Se determina en función de la altura de la línea de ejes, que en nuestro caso es de 4 m sobre la línea base, y la altura del cigüeñal del motor.

Se proyecta una zona de transición de alturas de dobles fondos de zona de carga y zona de cámara de máquinas a proa de ésta última. Esta pendiente debe ser inferior a 1/3 de la diferencia de alturas.

### **2.1.7.- Cubiertas**

#### *2.1.7.1.- Cubierta principal*

La cubierta principal del buque proyecto tiene una pequeña brusca. El objetivo de esta pequeña inclinación es procurar el desembarque de agua en la cubierta. Se ha optado por un valor de 500 *mm* de brusca.

La brusca es trapezoidal, que es de fácil construcción y así se aprovecha la parte plana para situar en ella los siete huecos de escotilla. Sus dimensiones son, en la cuaderna maestra, 15 *m* de manga en la parte plana, coincidiendo con la manga de la escotilla, y de 7,05 *m* de manga a cada banda en cada parte inclinada.

La altura de inicio de la cubierta es 17,41 *m*, subiendo con la brusca a los 17,91 *m*.

#### *2.1.7.2.- Cubierta del castillo*

La cubierta del castillo se extiende desde la cuaderna 248, a una altura de 2 m (cumpliendo Part B, CH 1, Section 2 3.19) por encima de la cubierta principal, dejando así espacio suficiente para la escalera de acceso al castillo de proa y para la apertura de las puertas estancas correspondientes a los espacios bajo el mismo.

### **2.1.8.- Zona de carga**

El buque cuenta con 7 bodegas de 21,75 *m* cada una, extendiéndose desde la cuaderna número 45 hasta la cuaderna número 248.

Además de lo ya destacado de los mamparos longitudinales, para favorecer la estiba, en el sentido longitudinal se disponen unos mamparos inclinados desde el bao extremo de la escotilla hasta el mamparo transversal.

El volumen de lastre no se ha estimado hasta ahora, pero el lastre se va a colocar en los tanques laterales que están unidos con el doble fondo, formando un único tanque de lastre a cada banda y por bodega. El volumen de los tanques laterales se estimó en el cuaderno de dimensionamiento, al igual que el volumen de doble fondo. El volumen de doble fondo, por tanto, hay que restringirlo a la zona de carga.

$$V_{LASTRE} = V_{TL} + V_{DF(Carg a)}$$



Siendo:

$$V_{TL} = 8509 \text{ m}^3 \quad V_{DF(Carg a)} = 4553 \text{ m}^3 \quad V_{LASTRE} = 13062 \text{ m}^3$$

La capacidad combinada del lastre de proa y popa, en metros cúbicos, se puede estimar mediante la siguiente fórmula:

$$V_{PQS} = 0,37 \times L_{PQS} \times B \left( D + \left( \frac{ARF + ARA}{2} \right) \right) \times C_b = 3164 \text{ m}^3$$

Siendo  $L_{PQS}$  la suma de esloras en m de ambos piques, y la corrección por arrufo de 514,84 mm, calculado en el cuadernillo N°5.

Por lo tanto tenemos un volumen total de lastre de 16226,41 m³.

### 2.1.9.- Escotillas

Existen seis escotillas iguales, siendo sus dimensiones: 15,75 m de eslora y 15 m de manga. La escotilla de la bodega n° 1 es más pequeña debido a los finos de proa, siendo sus dimensiones: 15 m de eslora y 13,5 m de manga.

Son de tipo Folding, y son de alta estiba y de dos paneles a cada lado. El accionamiento es de tipo hidráulico a través de cilindros exteriores.

### 2.1.10.- Cámara de máquinas

En Cámara de Máquinas se dispone tres plataformas:

- Doble fondo, situado a una distancia de la línea de base de 2,50 m .
- Primera plataforma colocada a 8,56 m de la línea de base.
- Segunda plataforma a 10,68 m de la línea de base.
- Tercera plataforma a 13,93 m de la línea de base.

Los demás equipos principales, su situación será la que se indique en su correspondiente cuadernillo N° 7 (Planta propulsora y cámara de máquinas).

### 2.1.11.- Caja de cadenas.

Hay dos cajas de cadenas de sección rectangular, que a pesar de que es más difícil la estiba de las cadenas, su coste de construcción es menor.

### **3.- VOLUMEN DE BODEGAS DE CARGA**

Llegados a este punto debemos comprobar la validez de los datos hasta ahora calculados, y para ello recurrimos al programa de arquitectura naval "Hydromax".

Los volúmenes que a continuación se exponen vienen corregidos por el volumen de escotillas con una altura de brazola de 1,2 m, que se le suma.

Trabajando de esta forma se obtienen los siguientes resultados para las bodegas:

<b>Bodega</b>	<b>Capacidad (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volumen por escotillas (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Capacidad Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Xg (m)</b>	<b>Yg (m)</b>	<b>Zg (m)</b>
<b>Nº 7</b>	8028,88	283,5	8312,378	44.956	0	9.222
<b>Nº 6</b>	8349,51	283,5	8633,006	66.455	0	9.194
<b>Nº 5</b>	8348,45	283,5	8631,950	88.205	0	9.18
<b>Nº 4</b>	8347,39	283,5	8630,892	109.955	0	9.165
<b>Nº 3</b>	8346,33	283,5	8629,833	131.705	0	9.151
<b>Nº 2</b>	8341,68	283,5	8625,179	153.45	0	9.137
<b>Nº 1</b>	6984,80	243,0	7227,796	174.351	0	9.234

Resultando un volumen total de carga en bodegas de:

$$VOLUMEN TOTAL BODEGAS DE CARGA = 58.691,03 \text{ m}^3$$

Como se puede observar el volumen de bodegas es un poco superior al pedido por proyecto (55000 m<sup>3</sup>) pero está dentro del margen razonable.

## 4.- TANQUES

### 4.1.- Tanques de lastre

Los tanques de lastre se han dispuesto en los piques de proa y popa, en los dobles fondos de todas las bodegas, bajo las tolvas inferiores (en los tanques laterales inferiores), en los tanques laterales centrales y en los tanques laterales superiores. Estos tanques pueden ser empleados para carga, pero vamos a considerar que sólo serán empleados como tanques de lastre.

Estos tanques se pueden observar en el plano de la disposición general (adjunto a este cuaderno) o en el plano de tanques (adjunto al cuaderno 4).

Para calcular el volumen de lastre obtenido con la compartimentación especificada se opera de la misma manera que con el volumen de bodegas, pero quitando un 4% de volumen por hierros al tener todos los refuerzos en su interior:

<b>Tanque Lastre</b>	<b>Cap. (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Vol. Hierros (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cap. Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Xg (m)</b>	<b>Yg (m)</b>	<b>Zg (m)</b>
<b>Pique de Popa</b>	282,564	11,30	271,26	4.918	0	8.557
<b>Pique de Popa Estribor</b>	362,134	14,49	347,65	-0.316	6.003	14.774
<b>Pique de Popa Babor</b>	362,134	14,49	347,65	-0.316	-6.003	14.774
<b>Lastre 7 Estribor</b>	1063,898	42,56	1021,34	44.771	10.461	8.116
<b>Lastre 7 Babor</b>	1063,898	42,56	1021,34	44.771	-10.461	8.116
<b>Lastre 6 Estribor</b>	1223,116	48,92	1174,19	66.595	11.092	7.605
<b>Lastre 6 Babor</b>	1223,116	48,92	1174,19	66.595	-11.092	7.605
<b>Lastre 5 Estribor</b>	1260,779	50,43	1210,35	88.214	11.184	7.595
<b>Lastre 5 Babor</b>	1260,779	50,43	1210,35	88.214	-11.184	7.595
<b>Lastre 4 Estribor</b>	1263,247	50,53	1212,72	109.955	11.193	7.636
<b>Lastre 4 Babor</b>	1263,247	50,53	1212,72	109.955	-11.193	7.636
<b>Lastre 3 Estribor</b>	1258,644	50,35	1208,30	131.684	11.184	7.694
<b>Lastre 3 Babor</b>	1258,644	50,35	1208,30	131.684	-11.184	7.694
<b>Lastre 2 Estribor</b>	1151,272	46,05	1105,22	153.039	10.904	7.736
<b>Lastre 2 Babor</b>	1151,272	46,05	1105,22	153.039	-10.904	7.736
<b>Lastre 1 Estribor</b>	916,855	36,67	880,18	174.817	9.303	8.086
<b>Lastre 1 Babor</b>	916,855	36,67	880,18	174.817	-9.303	8.086
<b>Pique de Proa</b>	2204,91	88,20	2116,71	190.776	0	8.997

Resultando un volumen total de lastre de:

$$VOLUMEN TOTAL TANQUES DE LASTRE = 18.707,87 \text{ m}^3$$

Como se puede observar el volumen de lastre es superior al estimado, por lo que es necesario comprobar que este volumen de lastre es suficiente de cara a asegurar un completo hundimiento de la hélice, y también, que en cualquier condición de carga el trimado es inferior al 1,5 % de la eslora, que es el valor máximo recomendado por el IMO para graneleros. Esto se comprobará en el cuadernillo nº12.

#### **4.2.- Tanques de combustible pesado Fuel Oil (HFO)**

Por normativa para la zona Seca se requieren la segregación del HFO en tres clases de HFO en lo que se refiere a contenido de azufre:

- HFO con contenido en azufre menor que 4,5%.
- HFO con contenido en azufre menor que 1,5%.
- HFO con contenido en azufre menor que 0,1-0,2%.

Por lo tanto se han segregado los tanques de HFO de la siguiente manera:

- Cuatro tanques de HFO con contenido menor que 4,5% de azufre. Representan el 65,33% del total de HFO.
- Dos tanques de HFO con contenido menor que 1,5% de azufre. Representan el 20,20% del total de HFO.
- Dos tanques de HFO con contenido menor que 0,1-0,2% de azufre. Representan el 14,47% del total de HFO.

En las especificaciones del proyecto se exige una capacidad de combustible de  $2200 \text{ m}^3$ . Se han situado los tanques en la cámara de máquinas, coincidiendo con bulárcamas y longitudinales sus extremos.

Cabe destacar que se cumple con la normativa (regla 12A del MARPOL) en lo que se refiere a la separación de los tanques de combustible del forro del buque. De esta regla se obtiene que la separación de los tanques de combustible del fondo no debe ser inferior a 2 m (se ha dispuesto 2,5 m), y la separación entre los tanques de combustible y el forro lateral (manteniendo uniformidad en la separación de los distintos tanques respecto al forro lateral) no debe ser inferior a 1 m (se ha dispuesto a 1,5 m). Se ha mantenido este criterio para los tanques de Diesel Oil y para el aceite.

Quedan por determinar los tanques de servicio diario, sedimentación y rebose. Los dos primeros tipos van situados dentro de la cámara de máquinas y en una posición alta (servicio diario) para asegurar el cebado de las bombas que después alimentarán el motor principal.

El tanque de reboses y derrames se sitúa dentro del doble fondo de la cámara de máquinas, dejando las distancias reglamentarias con el casco para cumplir las normas y permitir la inspección.

<i>Tanque</i>	<i>Cap (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Vol. Hierr. (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Cap. Total (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Xg (m)</i>	<i>Yg (m)</i>	<i>Zg (m)</i>
<i>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Centrado</i>	424,935	17,00	407,94	29.955	3	9.955
<i>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Centrado</i>	424,935	17,00	407,94	29.955	-3	9.955
<i>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Costado</i>	348.916	13,96	334,92	29.995	8.516	10.55
<i>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Costado</i>	348.916	13,96	334,92	29.995	-8.516	10.55
<i>HFO Almacén &lt;1,5%S Estribor</i>	223,929	8,96	214,97	23.005	8.182	11.203

<i>HFO Almacén &lt;1,5%S Babor</i>	223,929	8,96	214,97	23.005	-8.182	11.203
<i>HFO Almacén &lt;0,1%S Estribor</i>	183,982	7,36	176,62	26.223	8.346	10.847
<i>HFO Almacén &lt;0,1%S Babor</i>	183,982	7,36	176,62	26.223	-8.346	10.847
<i>HFO Sedimentación Estribor</i>	89,16	3,57	85,59	26.58	3	6.215
<i>HFO Sedimentación Babor</i>	89,16	3,57	85,59	26.58	-3	6.215
<i>HFO Servicio Diario Estribor</i>	89,76	3,59	86,17	26.58	3	13.67
<i>HFO Servicio Diario Babor</i>	89,76	3,59	86,17	26.58	-3	13.67

Con esta colocación y dimensiones de tanques, teniendo en cuenta que para el volumen de combustible sólo cuenta el fuel almacenado, se tiene una capacidad de combustible pesado de:

**TOTAL COMBUSTIBLE PESADO: 2268,9 m<sup>3</sup>**

Cumpliendo la especificación de proyecto.

#### **4.3.- Tanques de Diesel Oil**

La capacidad de Diesel Oil del buque proyecto se estima a partir de los buques de la base de datos, resultando una capacidad estimada de 204,55 m<sup>3</sup>.

Los tanques de almacén y servicio diario van colocados a la misma altura que los de combustible por los mismos motivos que en aquellos. Una vez dimensionados y colocados en la cámara de máquinas se obtienen las siguientes capacidades:

<b>Tanque</b>	<b>Capacidad (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Vol. por hierros (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cap. Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Xg (m)</b>	<b>Yg (m)</b>	<b>Zg (m)</b>
<i>Diesel Oil Almacén Estribor</i>	75,157	1,50	73,65	18.468	8.283	13.991
<i>Diesel Oil Almacén Babor</i>	122,258	2,45	119,81	17.743	-8.238	14.016
<i>Diesel Oil Servicio Diario</i>	35,882	0,72	35,16	16.588	8.687	14.174

La capacidad de diesel almacenado a bordo del buque proyecto es de:

**TOTAL DIESEL OIL: 228,63 m<sup>3</sup>**

#### **4.4.- Tanques de agua dulce**

Se ha procurado que los tanques de agua dulce estén situados cerca de los alojamientos para reducir distancia de tuberías.

<b>Tanque</b>	<b>Capacidad (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Vol. por hierros (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Capacidad Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Xg (m)</b>	<b>Yg (m)</b>	<b>Zg (m)</b>
<i>Agua Potable</i>	86,475	1,73	84,75	6.081	-5.249	14.207
<i>Agua Dulce Estribor</i>	132,554	2,65	129,90	6.105	6.539	14.5
<i>Agua Dulce Babor</i>	46,08	0,92	45,16	6.15	-8.961	15.05

La capacidad aproximada de los tanques de agua dulce es de:

**TOTAL AGUA DULCE: 259,81 m<sup>3</sup>**

#### 4.5.- Tanques de aceite

Los tanques de almacén de aceite están situados también a la misma altura que los de Diesel Oil en cámara de máquinas, para disponer del uso del aceite por gravedad.

En el doble fondo de la cámara de máquinas, bajo el motor principal, y siguiendo las indicaciones del fabricante del mismo, se disponen los tanques de aceite sucio o de sedimentación y el de aceite de retorno o servicio diario.

<b>Tanque</b>	<b>Cap. (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Vol. Hierros (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cap. Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Xg (m)</b>	<b>Yg (m)</b>	<b>Zg (m)</b>
<b>Aceite Almacén Cilindros</b>	18,113	0,36	17,75	14.349	-9.282	14.805
<b>Aceite Almacén Cojinetes</b>	43,358	0,87	42,49	14.338	8.026	14.144
<b>Aceite Almacén Motores Auxiliares</b>	25,245	0,50	24,74	14.33	-7.125	13.67
<b>Aceite Servicio Diario Motor Principal</b>	33,135	0,66	32,47	18.083	0	0.93
<b>Aceite Sucio de Motor Principal</b>	33,009	0,66	32,35	22.582	0	0.933

La capacidad aproximada de los tanques de aceite así obtenida es de:

$$TOTAL\ ACEITE: 149,8\ m^3$$

#### 4.6.- Resto de tanques

A continuación se muestran otros tanques, no catalogados dentro de los distintos grupos de tanques mencionados anteriormente.

<b>Tanque</b>	<b>Cap. (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Vol. Hierros (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cap. Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Xg (m)</b>	<b>Yg (m)</b>	<b>Zg (m)</b>
<b>Sentinas (Aguas Grises)</b>	37,855	0,76	37,10	12.321	-2.166	1.789
<b>Aguas Negras</b>	37,855	0,76	37,10	12.321	2.166	1.789
<b>HFO Reboses y Derrames</b>	24,75	0,50	24,26	28.205	0	1.5

## **5.- HABILITACIÓN**

### **5.1.- Tripulación**

A continuación se desarrolla reparto de la tripulación, ya que la superestructura debe dar cabida a sus camarotes (22 cabinas individuales y un rancho para 6 personas), despachos y servicios.

El número de tripulantes que se especifica son 28, y con esta tripulación se van a cubrir las guardias y los trabajos de seguridad a bordo, además de haber personal de mantenimiento y para la alimentación. Este personal de servicios puede ser considerado parte de la tripulación aunque no haya sido reclamado por el armador, ya que para buques de carga en los que las exigencias mínimas han sido cubiertas en lo que se refiere a estándar técnico, pueden realizarse contratos de tripulación básica.

Las funciones a realizar por la tripulación serán:

- Navegación de puerto a puerto.
- Seguridad técnica y conservación para garantizar la navegación.
- Utilización y revisión del material de navegación, salvamento, contra incendios, etc.
- Utilización y control de maquinaria, alarmas, sistemas de control y comunicaciones.
- Amarre del buque.
- Alimentación de la tripulación.

#### **5.1.1.- Personal**

La distribución del personal del buque es la siguiente:

<b>Puente</b>	<b>Máquinas</b>	<b>Fonda</b>	<b>Varios *</b>
Capitán (1)	Jefe de Máquinas (1)	Cocinero (1)	Alumno (1)
1º Oficial Puente (1)	1º Oficial Máquinas (1)	Mayordomo (1)	Práctico (1)
2º Oficial Puente (1)	2º Oficial Máquinas (1)	Camareros (2)	Inspector (1)
3º Oficial Puente (1)	3º Oficial Máquinas (1)		
Contramaestre (1)	Oficial Radioeléctrico (1)		
Marineros (3)	Engrasadores (4)		
	Electricistas (3)		
	Calderas (3)		
<b>Total Puente: 8</b>	<b>Total Máquinas: 15</b>	<b>Total Fonda: 4</b>	<b>Total Varios: 1</b>

(\*) Se reserva sólo un camarote individual para varios.

#### **5.1.2.- Guardias**

Debido al elevado número de tripulantes, la vigilancia de los diferentes sistemas del buque se hará mediante guardias, lo que no implica que la automatización del buque sea baja. Sin embargo, el capitán y el jefe de máquinas no montarán guardias.

## **5.2.- Disposición de cubiertas**

Se ha tenido en cuenta el cumplimiento de la Regla 45 del SOLAS, en lo referente a medios de evacuación de los diferentes niveles de alojamientos, puesto que cada uno tiene dos medios de evacuación muy distantes entre sí.

Se ha procurado una disposición de la habitación en la que las tuberías de lavandería, cocina, oficinas y aseos estén alineados verticalmente, con el objetivo de simplificar la construcción y reducir costes de material.

### **5.2.1.- Acomodación y cubiertas**

La habitación se distribuye en seis cubiertas:

- Cubierta superior.
- Cubierta "A".
- Cubierta "B".
- Cubierta "C".
- Cubierta "D".
- Cubierta puente de navegación.

Además está la cubierta del castillo con los medios de amarre.

#### *5.2.1.1.- Cubierta superior*

En la cubierta superior se encuentran las gambuzas, para un rápido y fácil acceso de las provisiones desde el exterior y maquinaria frigorífica, aire acondicionado y local de CO<sub>2</sub>, además del local de lucha contra incendios, puesto que con ello se procura reducir la longitud de las tuberías de los diferentes servicios asociados.

Así mismo, se dispone la oficina de carga lo más próxima posible a la entrada a la habitación, para evitar que personas ajenas a la tripulación del barco circulen por el buque durante su estancia en puerto.

El cambio de ropa se dispone lo más próximo posible a la bajada a Cámara de Máquinas, para evitar el ensuciamiento del piso de la habitación. La lavandería del buque estará situada próxima a este espacio, puesto que se evitan así pesados trasiegos de ropa de trabajo sucia de la tripulación desde el lugar de recogida (cambio de ropa) a su lugar de limpieza y secado.

Se dispone también de una sala de enfermería.

#### *5.2.1.2.- Cubierta "A"*

En la cubierta "A" se disponen espacios comunes y de recreo; separando, por igual, salón, comedor, oficina y un pequeño aseo de oficiales; y estos mismos espacios



para el resto de la tripulación. El gimnasio y la biblioteca / videoteca son comunes. Se dispone de la cocina y un pequeño espacio para ordenadores e impresoras.

#### 5.2.1.3.- Cubierta "B"

La Cubierta "B" está destinada a uso de la tripulación, con el rancho para seis personas y once camarotes dispuestos a proa y popa del buque. Se incluye también un local para lavandería.

#### 5.2.1.4.- Cubierta "C"

En la Cubierta "C" se disponen los camarotes para oficiales y alumnos, existiendo camarotes con salón para los Segundos y Terceros Oficiales de Cubierta y Máquinas. Se incluye también un local para lavandería.

#### 5.2.1.5.- Cubierta "D"

En la Cubierta "D" los oficiales de más alto rango (Primero de Máquinas y Primero de Cubierta) disponen de sus respectivos camarotes. Así mismo, el Jefe de Máquinas y el Capitán del Buque disponen de los suyos. Los otros dos camarotes están pensados para alojar al Armador o algún alumno y una sala de reuniones completa la disposición en este nivel de alojamiento.

#### 5.2.1.6.- Cubierta puente de navegación.

El Puente de Navegación se encuentra situado en la cubierta más alta, para cumplir con la Regla 22 del Capítulo V del SOLAS referente a la visibilidad desde el puente de Navegación, que indica que, para todas las situaciones de carga, la distancia a proa sin visibilidad desde el puente debe ser inferior al menor de los dos valores siguientes:

- Dos esloras (390 m).
- 500 m.

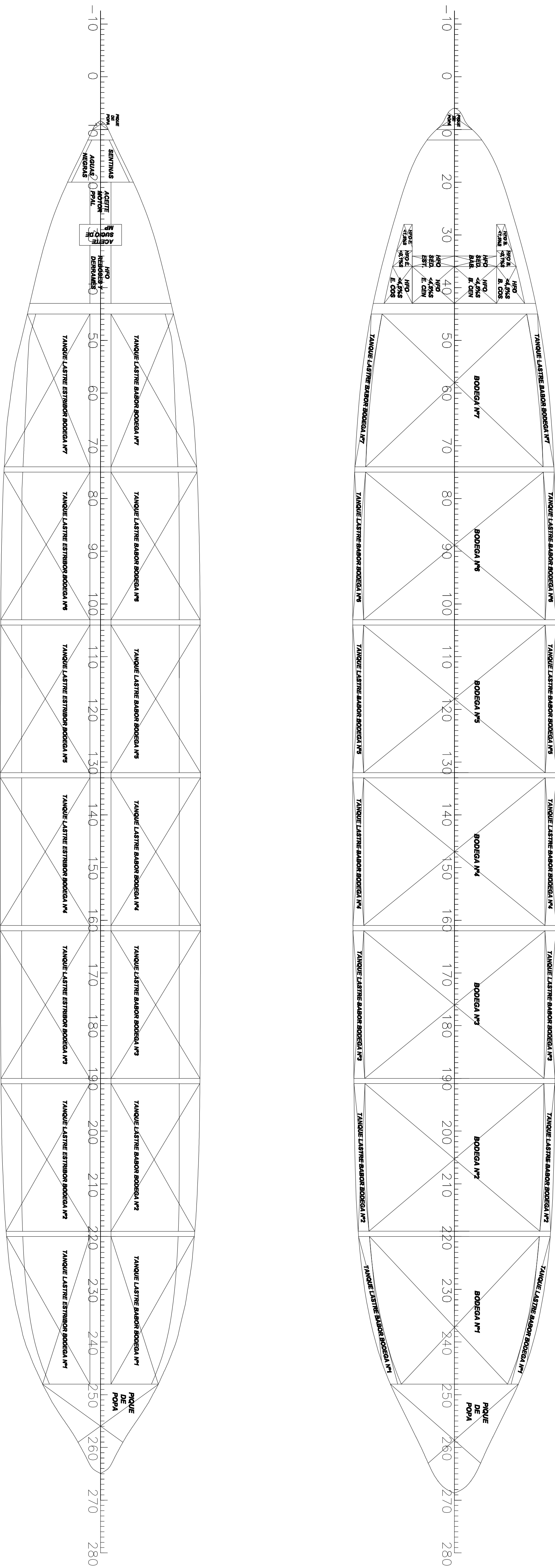
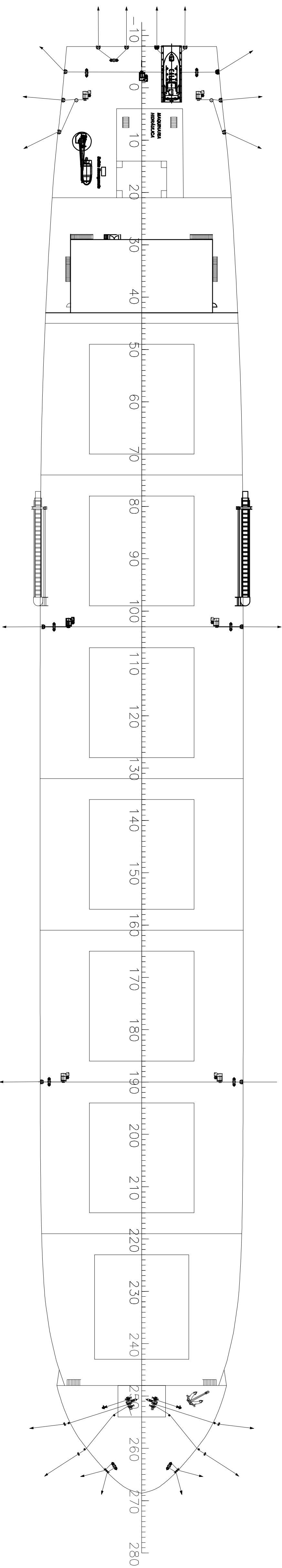
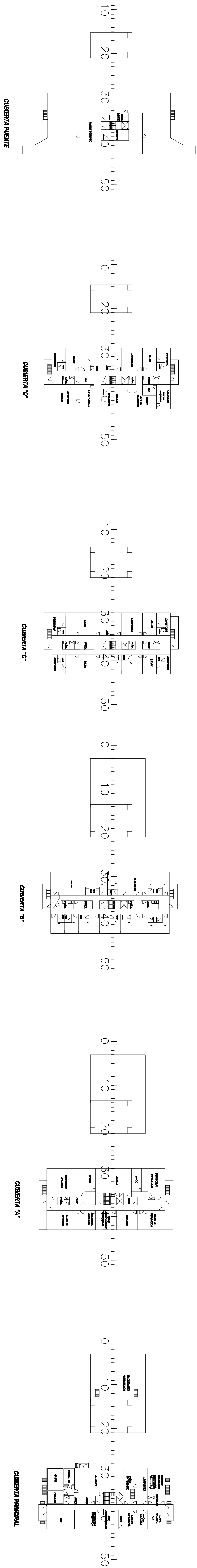
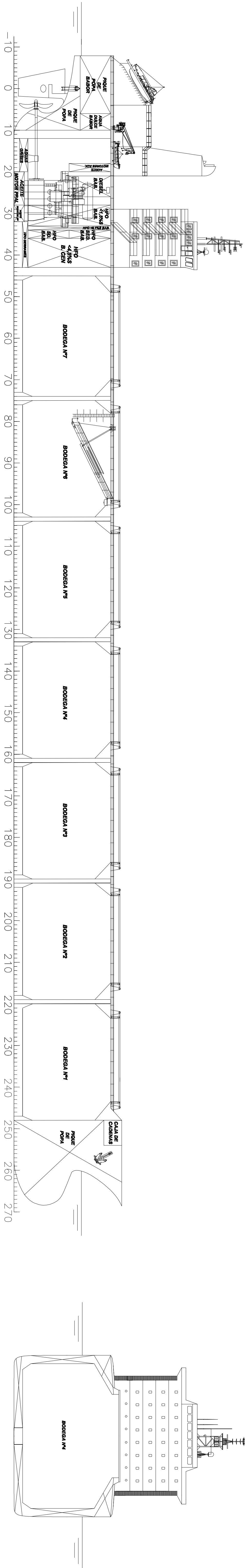
Para el buque proyecto, dicha distancia debe ser inferior a 390 m .

La inclinación de las ventanas del puente respecto a la vertical es de 16 grados, cumpliendo con el apartado de la Regla 22 que indica que debe estar comprendido entre 10 y 25 grados. Así mismo, la disposición interior de los elementos que están en el puente de navegación se ha realizado permitiendo la máxima visibilidad posible desde el mismo y en todas las direcciones.

# ANEXOS

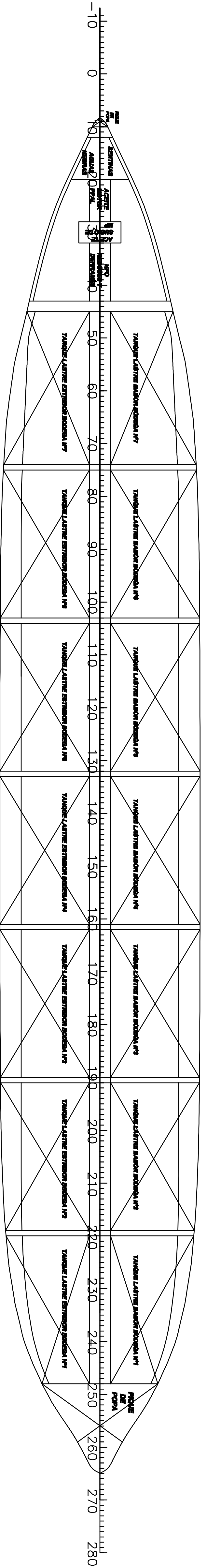
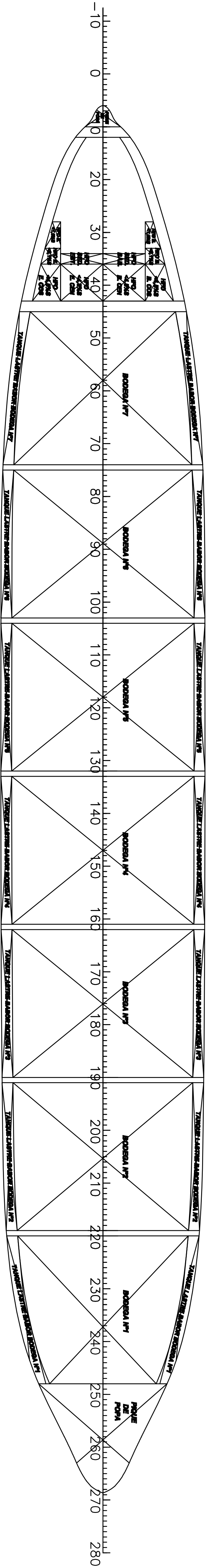
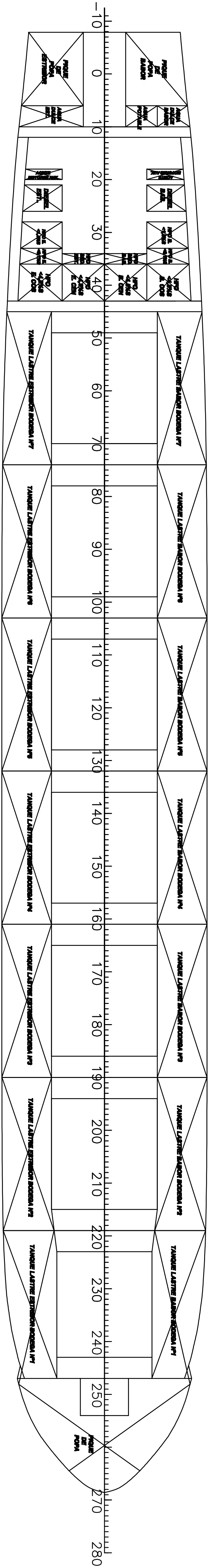
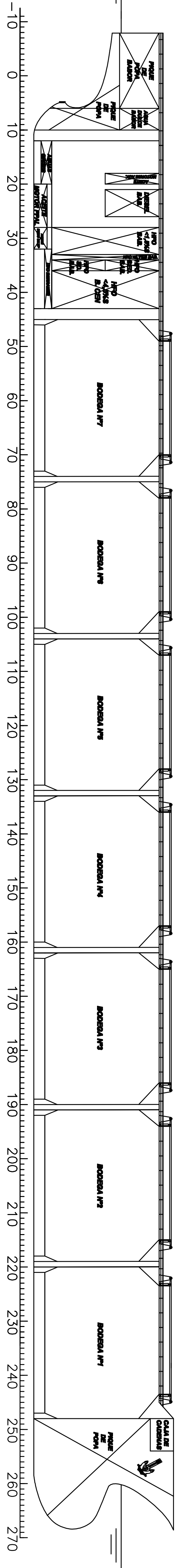
## **Anexo I**

### **Plano de Disposición General (DG)**



ESLORA TOTAL 207,37 m  
ESLORA ENTRE PP 195,23 m  
MANGA 29,10 m  
PUNAL 17,41 m  
CALADO DE PROYECTO 12,15 m  
COEFICIENTE DE BLOQUE 0,850  
COEFICIENTE DE LA MAESTRA 0,994

E.T.S.I.N. /PROYECTO FIN DE CARRERA 59	
GRANELERO 50.000 TPM	ESCALA 1/350
JESSICA LIVIANO RODRIGUEZ	
JESUS RODRIGUEZ MAESTRE	
DISPOSICIÓN GENERAL	



E.T.S.I.N. / PROYECTO FIN DE CARRERA 59	
GRANELERO 50.000 TFM	
JESSICA LIVIANO RODRIGUEZ JESUS RODRIGUEZ MAESTRE	ESCALA 1/350
DISPOSICION BODEGAS	

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS NAVALES**



PROYECTO Nº 59

# **GRANELERO 50.000 TPM**

## **CUADERNO 5**

### **CÁLCULOS DE ARQUITECTURA NAVAL**

**TUTOR:**

**D. SEBASTIÁN JOSÉ ABRIL PÉREZ**

**REALIZADO POR:**

**D. JÉSSICA LIVIANO RODRÍGUEZ  
D. JESÚS RODRÍGUEZ MAESTRE**

## ÍNDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2.- HIDROSTÁTICAS .....</b>	<b>4</b>
<b>3.- CURVAS DE BRAZOS DE ADRIZAMIENTO .....</b>	<b>16</b>
<b>4.- SITUACIONES DE CARGA PRELIMINARES .....</b>	<b>27</b>
<b>5.- FRANCOBORDO .....</b>	<b>30</b>
5.1.- Definiciones para el cálculo del francobordo.....	30
5.2.- Francobordo tabular .....	31
5.3.1.-Corrección por eslora.....	31
5.3.2.-Corrección por coeficiente de bloque .....	31
5.3.3.-Corrección por puntal.....	32
5.3.4.-Corrección por superestructuras .....	32
5.3.5.-Corrección por arrufo .....	33
5.3.6.- Altura mínima de proa .....	33
5.4.- Francobordos calculados.....	34
5.4.1.-Francobordo de verano .....	34
5.4.2.-Francobordo tropical .....	34
5.4.3.-Francobordo de invierno.....	35
5.4.4.-Francobordo del Atlántico Norte en invierno. ....	35
5.4.5.-Líneas de carga máximas. ....	35
<b>6.- ARQUEO .....</b>	<b>36</b>
6.1.- Arqueo bruto (GT). ....	36
6.2.- Arqueo neto (NT).....	36

## **1.- INTRODUCCIÓN**

En el presente cuadernillo se va a proceder a los cálculos correspondientes a la arquitectura naval para el buque proyecto. Esto incluye las características hidrostáticas, los brazos adrizantes (curvas KN), los máximos KG (centros de gravedad según el desplazamiento) y se realizará la calibración de todos los tanques del buque (incluido las bodegas).

Por otra parte, se realizará el cálculo del francobordo y el arqueo.

Para realizar los primeros cálculos mencionados (hidrostáticas, curvas KN, máximos KG y la calibración de los tanques) se empleará software de arquitectura naval HydromaxPro (correspondiente al paquete MaxsurfPro).

Para poder emplear Hydromax se requieren las formas generadas con Maxsurf, que ya fueron presentadas en el cuaderno N°3.



## 2.- HIDROSTÁTICAS

Para realizar el cálculo de las características hidrostáticas se emplea software de arquitectura naval Hydromax (correspondiente al paquete Maxsurf). Para poder emplear Hydromax se requieren las formas generadas con Maxsurf, que ya fueron presentadas en el cuaderno de formas.

La nomenclatura empleada en las tablas es la siguiente:

Símbolo	Significado	Unidades
D	Desplazamiento	toneladas
Tp	Calado en la perpendicular de proa	<i>m</i>
Tes	Calado a la altura del espejo	<i>m</i>
TCF	Calado a la altura del centro de flotación	<i>m</i>
Lf	Eslora en la flotación	<i>m</i>
Bf	Manga en la flotación	<i>m</i>
S	Superficie mojada	<i>m</i> <sup>2</sup>
Af	Área en la flotación	<i>m</i> <sup>2</sup>
Cp	Coefficiente prismático	
CB	Coefficiente de bloque	
CM	Coefficiente en la maestra	
CF	Coefficiente en la flotación	
LCB	Posición longitudinal del centro de carena	<i>m</i>
LCF	Posición longitudinal del centro de la flotación	<i>m</i>
KB	Altura del centro de carena sobre la línea base	<i>m</i>
HG	Altura del centro de gravedad sobre la línea base	<i>m</i>
BMT	Posición del centro de carena transversal	<i>m</i>
BML	Posición del centro de carena longitudinal	<i>m</i>
GMT	Posición del centro de gravedad transversal	<i>m</i>
GML	Posición del centro de gravedad longitudinal	<i>m</i>
KMT	Posición del metacentro transversal	<i>m</i>
KML	Posición del metacentro longitudinal	<i>m</i>
Ton/cm	Toneladas por centímetro de inmersión	

Se presentan las características hidrostáticas para el buque que se pretende diseñar para el calado de proyecto (12,15 *m*). Así mismo se muestran las hidrostáticas para diversos calados. Éstas se calculan para diversos trimados: -1, -0,5, 0, 1, 0,5 y 1 metros.

Trimado -1 m									
Draft Amidsh. M	1.35	2.70	4.05	5.40	6.75	8.10	9.45	10.80	12.15
Displacement (ton)	6097	12575	19220	25943	32709	39511	46343	53242	60276
Heel to Starboard (degrees)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Draft at FP (m)	1.85	3.2	4.55	5.9	7.25	8.6	9.95	11.3	12.65
Draft at AP (m)	0.85	2.2	3.55	4.9	6.25	7.6	8.95	10.3	11.65
Draft at LCF (m)	1.39	2.732	4.079	5.426	6.772	8.116	9.461	10.804	12.146
Trim (+ve by stern) (m)	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
WL Length (m)	192.905	195.614	196.977	196.427	195.913	195.193	193.723	197.039	201.164
WL Beam (m)	28.682	28.964	29.055	29.087	29.097	29.1	29.1	29.1	29.1
Wetted Area (m^2)	4799.243	5390.06	5934.541	6472.316	7016.913	7567.886	8103.07	8670.436	9269.912
Waterpl. Area (m^2)	4570.85	4758.237	4836.093	4872.986	4900.875	4926.546	4953.013	5024.872	5139.812
Prismatic Coeff.	0.689	0.755	0.781	0.8	0.814	0.825	0.838	0.83	0.819
Block Coeff.	0.587	0.681	0.723	0.753	0.774	0.791	0.808	0.803	0.795
Midship Area Coeff.	0.97	0.978	0.982	0.986	0.988	0.99	0.991	0.992	0.993
Waterpl. Area Coeff.	0.826	0.84	0.845	0.853	0.86	0.867	0.879	0.876	0.878
LCB from zero pt. (+ve fwd) (m)	114.162	109.13	107.186	106.088	105.277	104.583	103.943	103.305	102.622
LCF from zero pt. (+ve fwd) (m)	105.269	103.828	103.258	102.637	101.78	100.752	99.661	98.321	96.718
KB (m)	0.742	1.423	2.109	2.794	3.478	4.16	4.842	5.528	6.222
KG (m)	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01
BMt (m)	44.991	23.247	15.593	11.713	9.386	7.842	6.75	5.949	5.358
BML (m)	1759.089	938.735	639.294	481.986	387.516	324.916	280.754	255.66	242.436
GMt (m)	35.638	14.601	7.643	4.454	2.814	1.956	1.55	1.438	1.544
GML (m)	1749.736	930.089	631.344	474.727	380.945	319.03	275.554	251.149	238.622
KMt (m)	45.733	24.67	17.702	14.508	12.864	12.002	11.593	11.477	11.58
KML (m)	1759.831	940.158	641.403	484.781	390.994	329.076	285.596	261.188	248.659
Immersion (TPc) (ton/cm)	46.851	48.772	49.57	49.948	50.234	50.497	50.768	51.505	52.683
MTc (ton.m)	546.91	599.554	622.039	631.324	638.729	646.165	654.612	685.448	737.301
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) (ton.m)	3792.483	3204.407	2563.735	2016.661	1606.422	1348.999	1253.799	1335.84	1624.061
Max deck inclination (deg)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Trim angle (+ve by stern) (deg)	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3

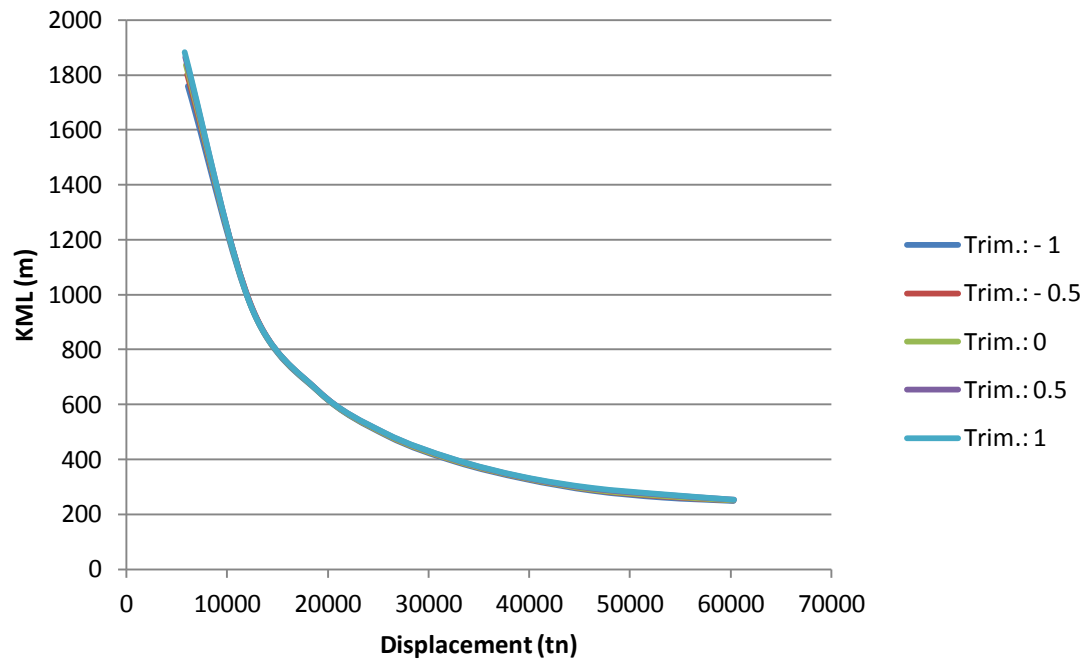
Trimado - 0.5 m									
Draft Amidsh. M	1.35	2.70	4.05	5.40	6.75	8.10	9.45	10.80	12.15
Displacement (ton)	6008	12498	19148	25878	32655	39470	46317	53234	60289
Heel to Starboard (degrees)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Draft at FP (m)	1.6	2.95	4.3	5.65	7	8.35	9.7	11.05	12.4
Draft at AP (m)	1.1	2.45	3.8	5.15	6.5	7.85	9.2	10.55	11.9
Draft at LCF (m)	1.368	2.716	4.064	5.413	6.761	8.108	9.455	10.801	12.147
Trim (+ve by stern) (m)	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
WL Length (m)	192.8	195.621	196.901	196.394	196.095	195.763	194.873	198.62	201.074
WL Beam (m)	28.664	28.958	29.054	29.087	29.097	29.1	29.1	29.1	29.1
Wetted Area (m^2)	4804.625	5387.093	5929.405	6467.845	7013.878	7564.844	8102.547	8682.681	9281.104
Waterpl. Area (m^2)	4585.541	4763.804	4839.414	4879.38	4909.523	4936.812	4966.273	5041.769	5151.003
Prismatic Coeff.	0.746	0.784	0.8	0.815	0.825	0.833	0.842	0.831	0.827
Block Coeff.	0.667	0.732	0.761	0.784	0.799	0.81	0.822	0.814	0.811
Midship Area Coeff.	0.971	0.979	0.983	0.986	0.988	0.99	0.992	0.993	0.993
Waterpl. Area Coeff.	0.83	0.841	0.846	0.854	0.86	0.867	0.876	0.872	0.88
LCB from zero pt. (+ve fwd) (m)	109.706	106.74	105.555	104.854	104.284	103.751	103.222	102.647	101.997
LCF from zero pt. (+ve fwd) (m)	104.61	103.599	103.128	102.585	101.714	100.709	99.551	97.977	96.413
KB (m)	0.715	1.406	2.096	2.783	3.468	4.153	4.837	5.525	6.221
KG (m)	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01
BMt (m)	45.844	23.429	15.671	11.758	9.414	7.861	6.764	5.959	5.367
BML (m)	1800.967	947.507	642.732	485.09	390.327	327.454	283.408	258.653	244.032
GMt (m)	36.518	14.802	7.736	4.512	2.855	1.988	1.577	1.461	1.567
GML (m)	1791.641	938.879	634.797	477.844	383.768	321.581	278.221	254.154	240.231
KMt (m)	46.559	24.835	17.767	14.541	12.883	12.014	11.601	11.484	11.588
KML (m)	1801.682	948.913	644.827	487.873	393.795	331.607	288.245	264.177	250.253
Immersion (TPc) (ton/cm)	47.002	48.829	49.604	50.014	50.323	50.602	50.904	51.678	52.798
MTc (ton.m)	551.825	601.508	623.102	633.893	642.407	650.652	660.568	693.547	742.437
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) (ton.m)	3829.267	3228.516	2585.34	2038.005	1627.316	1369.65	1274.611	1357.324	1648.682
Max deck inclination (deg)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Trim angle (+ve by stern) (deg)	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1

Trimado 0 m									
Draft Amidsh. M	1.35	2.70	4.05	5.40	6.75	8.10	9.45	10.80	12.15
Displacement (ton)	5927	12424	19078	25815	32602	39429	46292	53230	60309
Heel to Starboard (degrees)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Draft at FP (m)	1.35	2.7	4.05	5.4	6.75	8.1	9.45	10.8	12.15
Draft at AP (m)	1.35	2.7	4.05	5.4	6.75	8.1	9.45	10.8	12.15
Draft at LCF (m)	1.35	2.7	4.05	5.4	6.75	8.1	9.45	10.8	12.15
Trim (+ve by stern) (m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WL Length (m)	192.592	195.588	196.816	196.371	196.272	196.277	196.158	200.564	201.150
WL Beam (m)	28.651	28.955	29.053	29.086	29.097	29.1	29.1	29.1	29.1
Wetted Area (m^2)	4805.918	5382.586	5924.359	6463.432	7011.017	7562.297	8103.35	8697.536	9291.93
Waterpl. Area (m^2)	4594.237	4766.627	4842.351	4885.612	4918.109	4946.677	4979.023	5061.746	5161.533
Prismatic Coeff.	0.795	0.808	0.816	0.827	0.834	0.839	0.843	0.829	0.831
Block Coeff.	0.776	0.793	0.804	0.817	0.825	0.831	0.837	0.824	0.85
Midship Area Coeff.	0.977	0.981	0.985	0.988	0.99	0.991	0.993	0.994	0.994
Waterpl. Area Coeff.	0.833	0.842	0.847	0.855	0.861	0.866	0.872	0.867	0.884
LCB from zero pt. (+ve fwd) (m)	105.092	104.315	103.911	103.609	103.283	102.912	102.494	101.98	101.368
LCF from zero pt. (+ve fwd) (m)	103.997	103.346	102.997	102.529	101.644	100.655	99.413	97.595	96.13
KB (m)	0.7	1.395	2.086	2.775	3.462	4.147	4.834	5.524	6.222
KG (m)	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01
BMt (m)	46.594	23.6	15.748	11.802	9.443	7.881	6.779	5.97	5.377
BML (m)	1835.127	954.375	645.999	488.153	393.125	329.899	285.951	262.213	245.479
GMt (m)	37.284	14.985	7.824	4.567	2.894	2.018	1.602	1.484	1.589
GML (m)	1825.817	945.76	638.075	480.918	386.577	324.036	280.775	257.726	241.692
KMt (m)	47.294	24.995	17.834	14.577	12.904	12.028	11.612	11.494	11.599
KML (m)	1835.827	955.77	648.085	490.928	396.587	334.046	290.785	267.736	251.702
Immersion (TPc) (ton/cm)	47.091	48.858	49.634	50.078	50.411	50.703	51.035	51.883	52.906
MTc (ton.m)	554.711	602.315	624.02	636.4	646.061	654.939	666.275	703.252	747.166
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) (ton.m)	3856.493	3249.115	2604.975	2057.715	1646.771	1388.962	1294.446	1378.66	1672.589
Max deck inclination (deg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trim angle (+ve by stern) (deg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

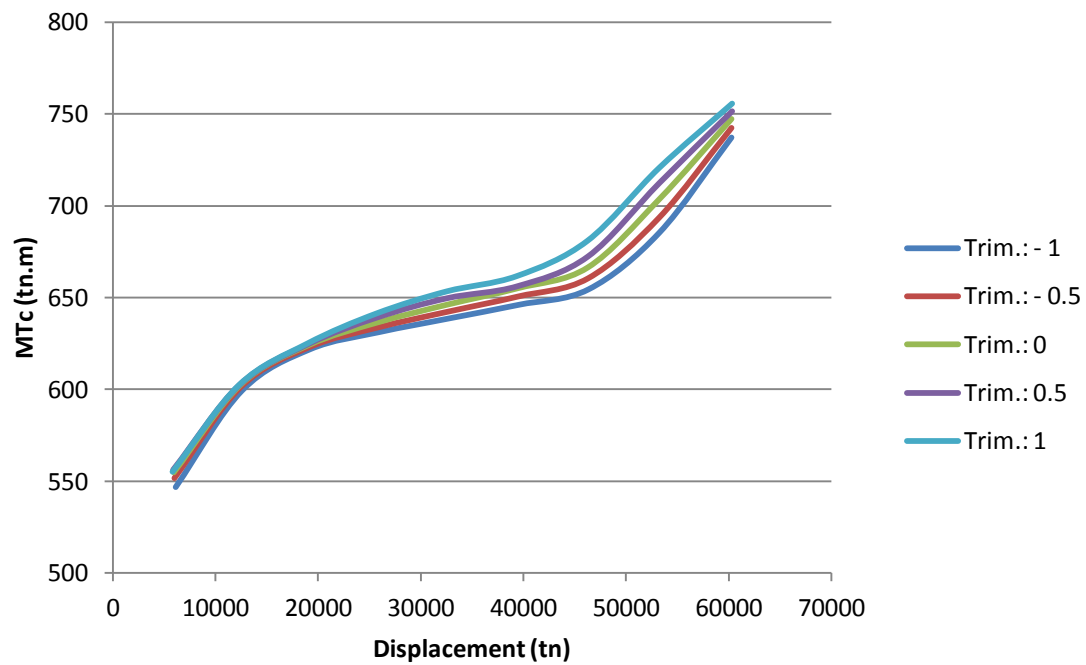
Trimado 0.5 m									
Draft Amidsh. M	1.35	2.70	4.05	5.40	6.75	8.10	9.45	10.80	12.15
Displacement (ton)	5852	12353	19009	25752	32550	39388	46268	53232	60328
Heel to Starboard (degrees)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Draft at FP (m)	1.1	2.45	3.8	5.15	6.5	7.85	9.2	10.55	11.9
Draft at AP (m)	1.6	2.95	4.3	5.65	7	8.35	9.7	11.05	12.4
Draft at LCF (m)	1.335	2.686	4.036	5.387	6.74	8.092	9.446	10.801	12.154
Trim (+ve by stern) (m)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
WL Length (m)	192.289	195.51	196.552	196.349	196.447	196.777	197.606	201.067	200.938
WL Beam (m)	28.648	28.953	29.052	29.086	29.097	29.1	29.1	29.1	29.1
Wetted Area (m^2)	4804.996	5377.573	5918.868	6460.019	7008.25	7539.731	8108.493	8711.649	9302.482
Waterpl. Area (m^2)	4598.334	4768.103	4844.682	4892.541	4926.691	4950.318	4992.575	5080.951	5171.59
Prismatic Coeff.	0.757	0.79	0.806	0.819	0.827	0.832	0.834	0.825	0.831
Block Coeff.	0.658	0.728	0.76	0.782	0.797	0.806	0.811	0.805	0.813
Midship Area Coeff.	0.971	0.977	0.982	0.985	0.987	0.99	0.991	0.992	0.993
Waterpl. Area Coeff.	0.835	0.842	0.848	0.857	0.862	0.865	0.868	0.868	0.884
LCB from zero pt. (+ve fwd) (m)	100.343	101.861	102.253	102.353	102.273	102.068	101.759	101.304	100.735
LCF from zero pt. (+ve fwd) (m)	103.411	103.098	102.86	102.452	101.571	100.707	99.279	97.25	95.87
KB (m)	0.698	1.391	2.081	2.77	3.458	4.144	4.832	5.525	6.225
KG (m)	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01
BMt (m)	47.233	23.76	15.822	11.847	9.471	7.901	6.793	5.983	5.387
BML (m)	1863.281	960.286	648.972	491.48	395.927	330.86	288.668	265.567	246.817
GMt (m)	37.928	15.152	7.905	4.619	2.931	2.047	1.626	1.507	1.61
GML (m)	1853.977	951.678	641.055	484.252	389.387	325.006	283.501	261.092	243.04
KMt (m)	47.931	25.151	17.903	14.617	12.928	12.045	11.625	11.507	11.612
KML (m)	1863.979	961.677	651.053	494.25	399.385	335.004	293.5	271.092	253.042
Immersion (TPc) (ton/cm)	47.133	48.873	49.658	50.149	50.499	50.741	51.174	52.08	53.009
MTc (ton.m)	556.192	602.614	624.678	639.251	649.715	656.211	672.402	712.456	751.599
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) (ton.m)	3873.91	3266.511	2622.63	2075.912	1664.804	1407.003	1313.166	1399.987	1695.553
Max deck inclination (deg)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Trim angle (+ve by stern) (deg)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Trimado 1 m									
Draft Amidsh. M	1.35	2.70	4.05	5.40	6.75	8.10	9.45	10.80	12.15
Displacement (ton)	5785	12285	18943	25690	32498	39347	46247	53238	60353
Heel to Starboard (degrees)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Draft at FP (m)	0.85	2.2	3.55	4.9	6.25	7.6	8.95	10.3	11.65
Draft at AP (m)	1.85	3.2	4.55	5.9	7.25	8.6	9.95	11.3	12.65
Draft at LCF (m)	1.323	2.673	4.023	5.375	6.73	8.084	9.442	10.803	12.16
Trim (+ve by stern) (m)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
WL Length (m)	191.879	195.383	196.198	196.308	196.625	197.284	199.237	201.457	200.896
WL Beam (m)	28.653	28.953	29.051	29.086	29.097	29.1	29.1	29.1	29.1
Wetted Area (m^2)	4798.919	5372.17	5913.902	6456.795	7005.457	7538.937	8113.559	8724.287	9312.787
Waterpl. Area (m^2)	4595.467	4768.381	4846.251	4898.086	4935.318	4962.732	5010.99	5098.59	5181.235
Prismatic Coeff.	0.705	0.766	0.792	0.807	0.817	0.823	0.821	0.818	0.827
Block Coeff.	0.571	0.673	0.721	0.751	0.77	0.782	0.786	0.788	0.799
Midship Area Coeff.	0.959	0.974	0.982	0.985	0.987	0.989	0.99	0.991	0.992
Waterpl. Area Coeff.	0.836	0.843	0.85	0.858	0.863	0.864	0.864	0.87	0.886
LCB from zero pt. (+ve fwd) (m)	95.486	99.381	100.58	101.086	101.254	101.218	101.016	100.619	100.099
LCF from zero pt. (+ve fwd) (m)	102.795	102.854	102.715	102.337	101.497	100.588	99.081	96.956	95.632
KB (m)	0.709	1.393	2.081	2.769	3.456	4.144	4.833	5.528	6.23
KG (m)	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01	10.01
BMt (m)	47.761	23.91	15.893	11.89	9.499	7.921	6.808	5.996	5.397
BML (m)	1881.313	965.326	651.586	494.297	398.747	333.929	292.419	268.56	248.061
GMt (m)	38.45	15.303	7.979	4.667	2.965	2.073	1.649	1.53	1.63
GML (m)	1872.002	956.718	643.673	487.074	392.213	328.082	287.26	264.093	244.294
KMt (m)	48.47	25.303	17.974	14.658	12.955	12.064	11.641	11.524	11.627
KML (m)	1882.022	966.719	653.667	497.065	402.203	338.073	297.252	274.088	254.291
Immersion (TPc) (ton/cm)	47.104	48.876	49.674	50.205	50.587	50.868	51.363	52.261	53.108
MTc (ton.m)	555.145	602.468	625.036	641.434	653.395	661.742	681.001	720.727	755.788
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) (ton.m)	3882.009	3280.799	2637.945	2092.266	1681.412	1423.814	1330.985	1421.225	1717.307
Max deck inclination (deg)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Trim angle (+ve by stern) (deg)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

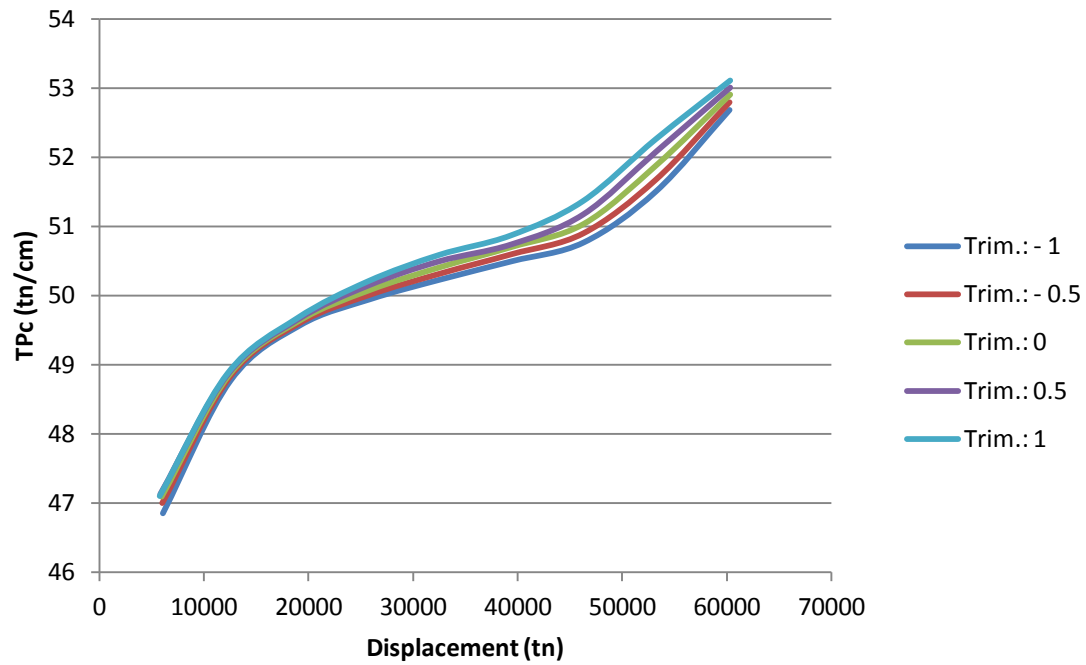
### KML - Displacement



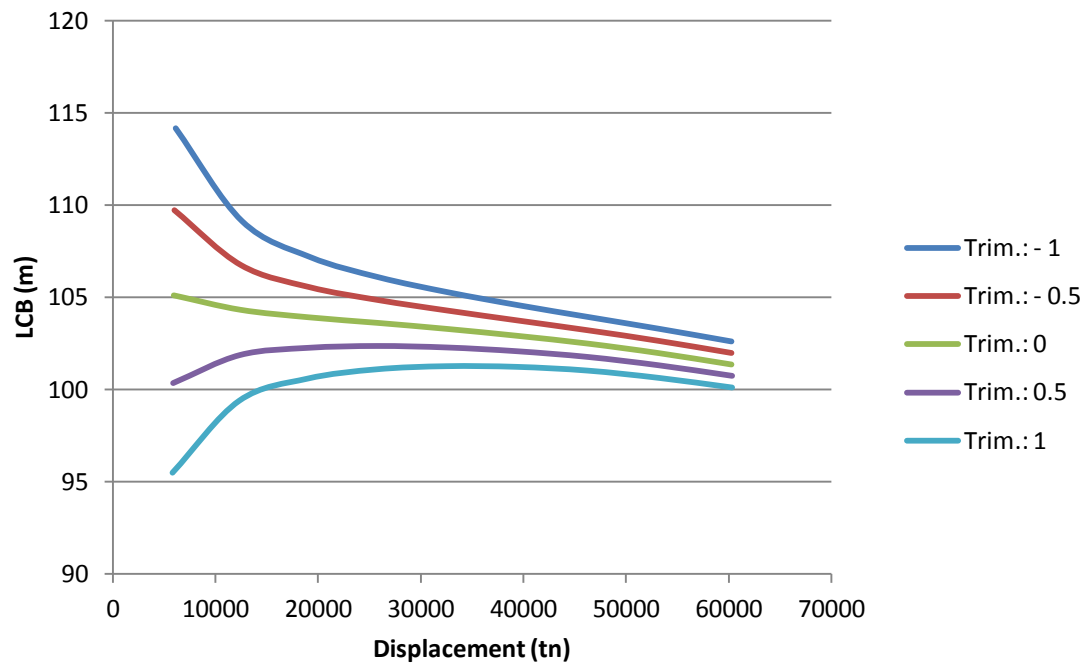
### MTc - Displacement



### Immersion (TPC) - Displacement

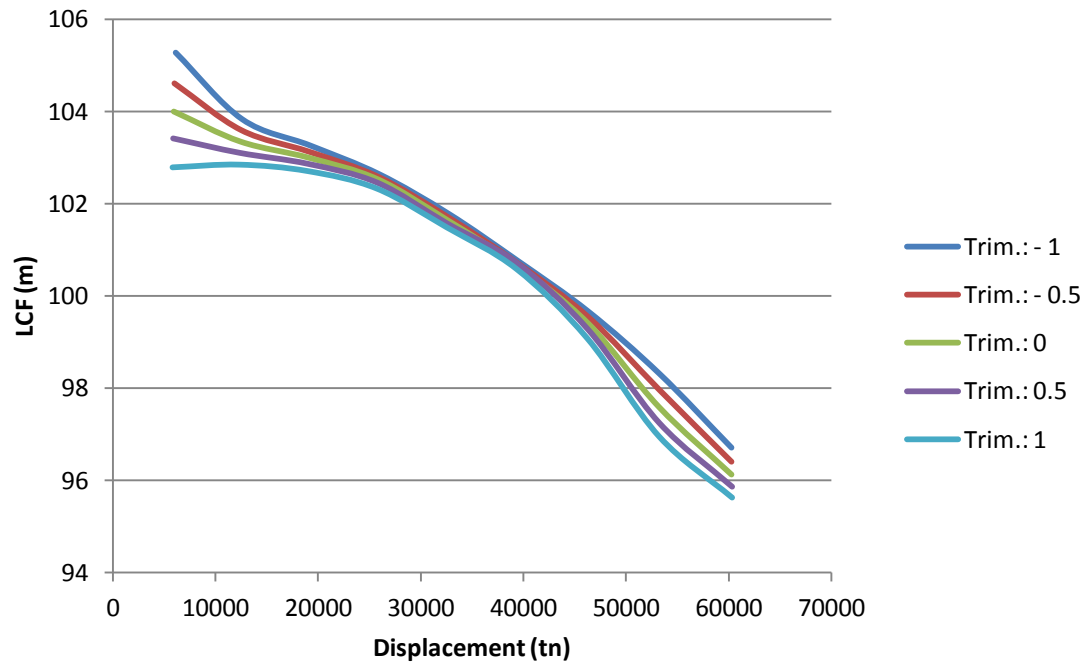


### LCB - Displacement

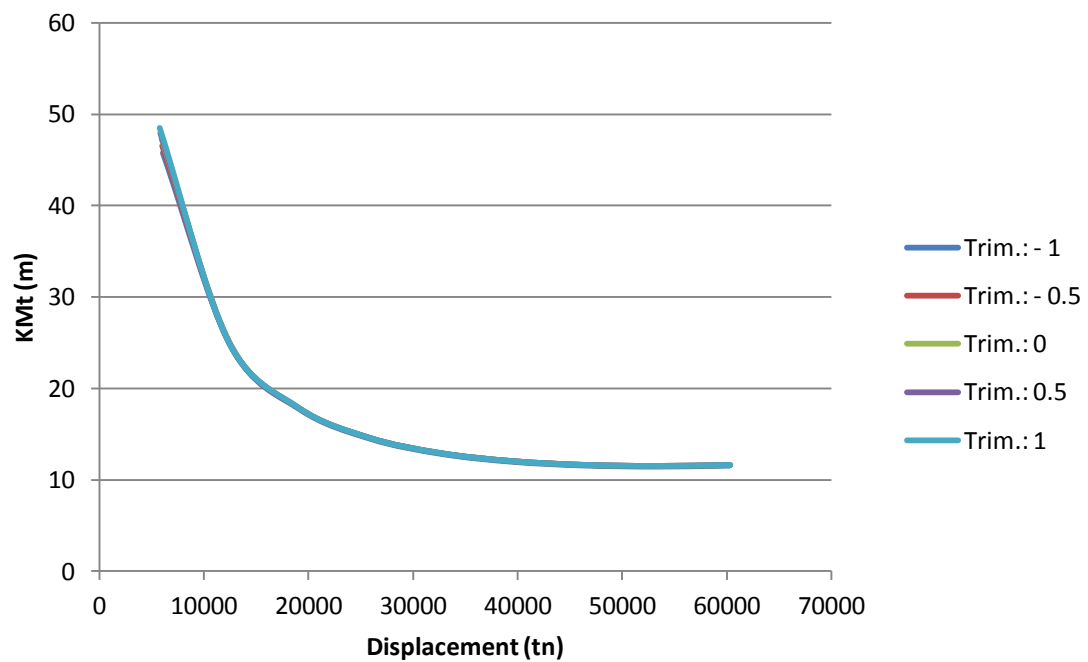


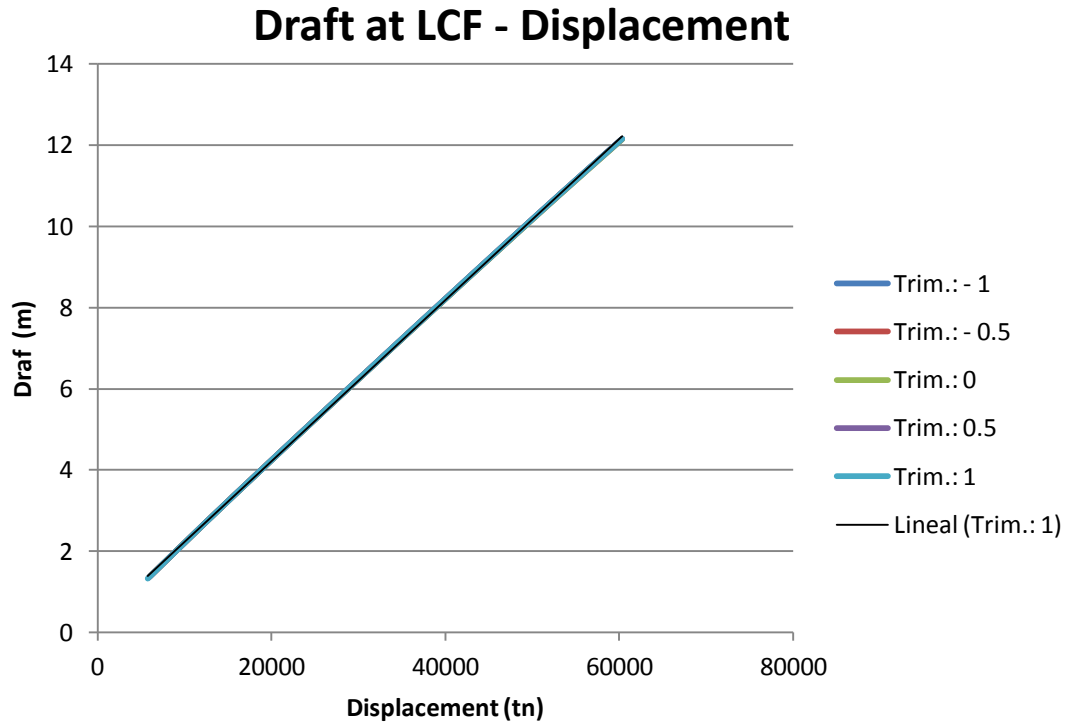


### LCF - Displacement



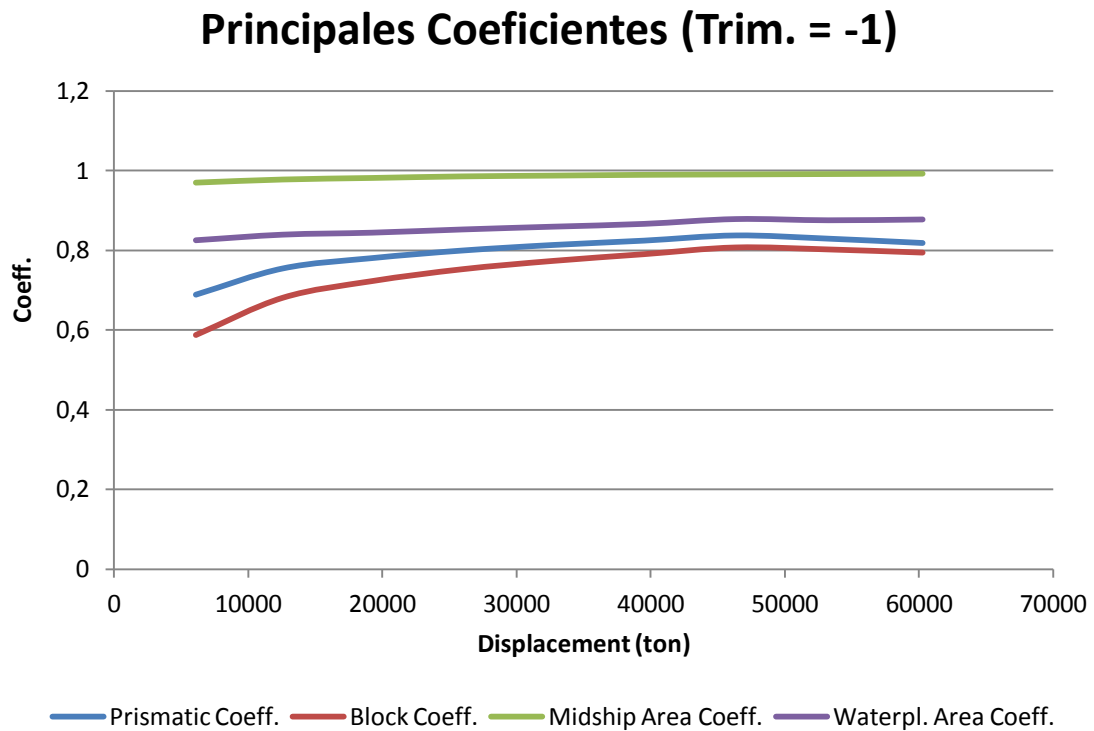
### KMt - Displacement



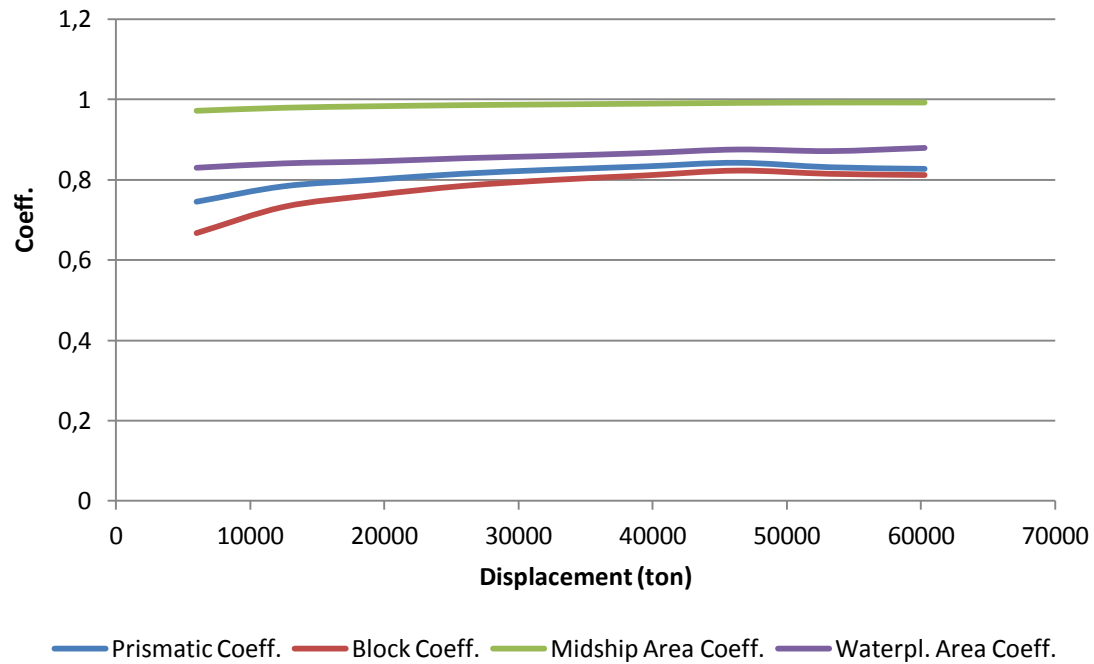


## 2.1.- Coeficientes principales

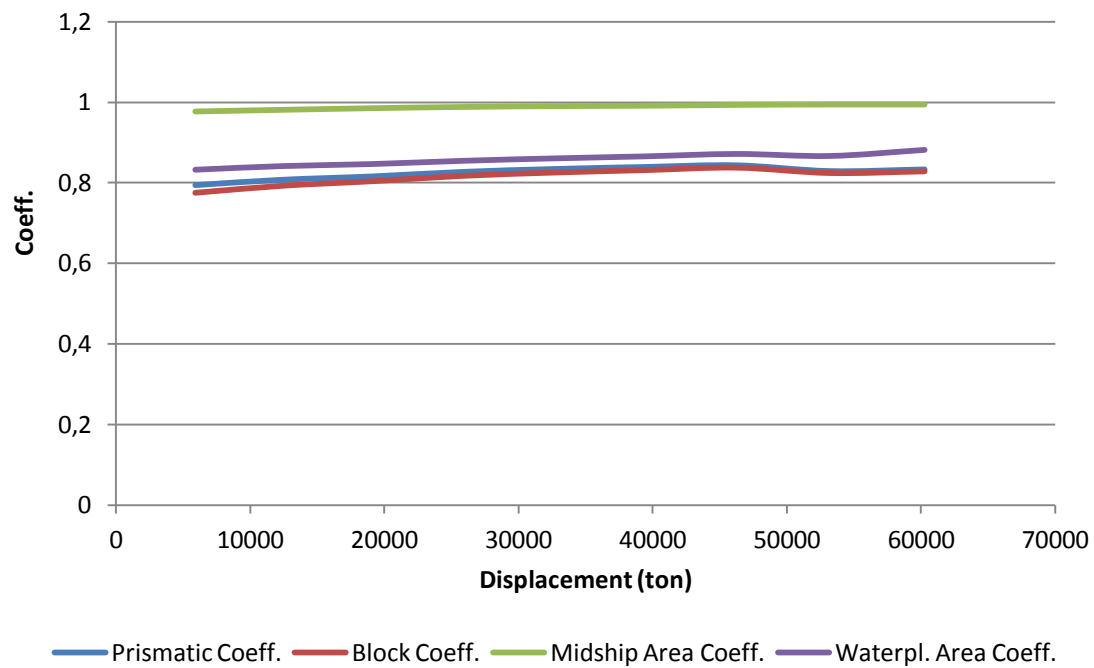
Las siguientes gráficas son referidas a los diferentes trimados estudiados.



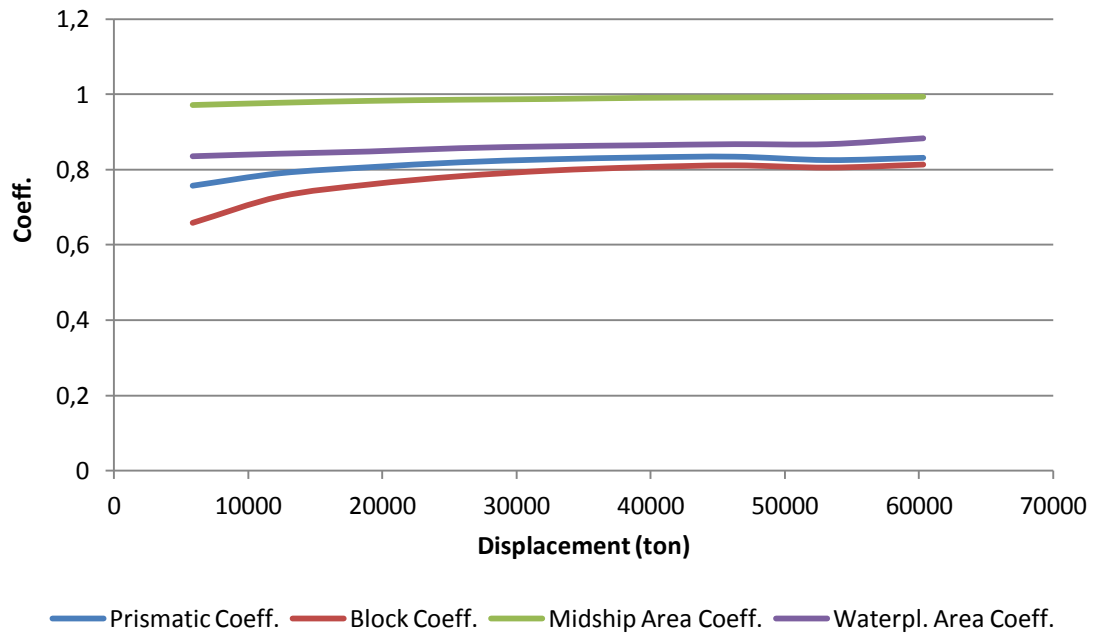
### Principales Coeficientes (Trim. = -0,5)



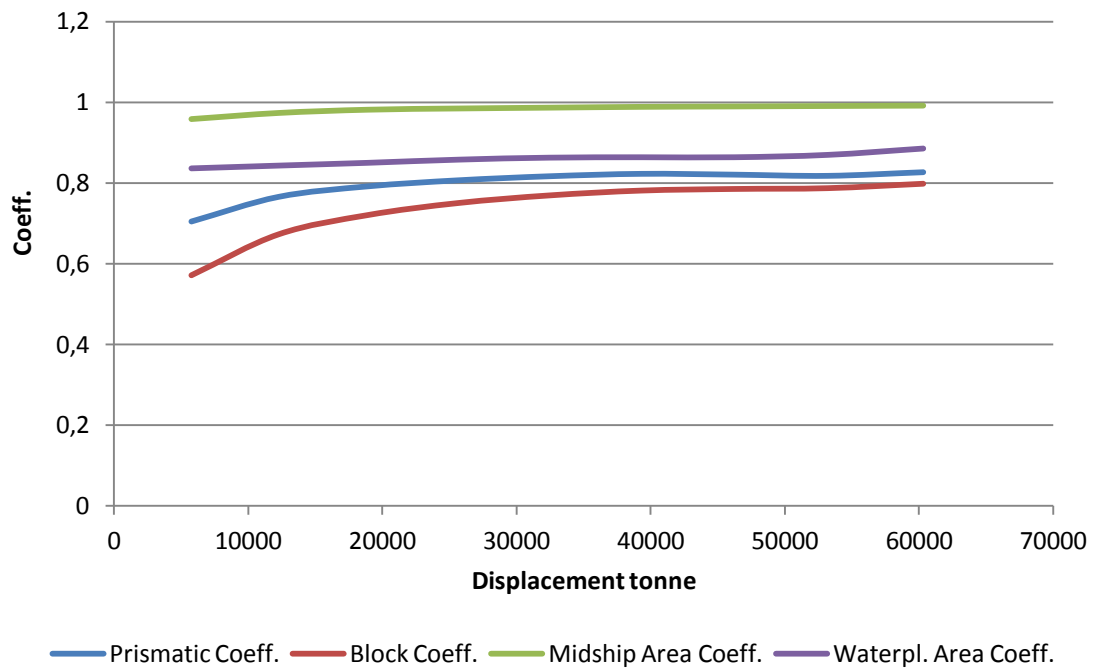
### Principales Coeficientes (Trim. = 0)



### Principales Coeficientes (Trim. = 0,5)



### Principales Coeficientes (Trim. = 1)



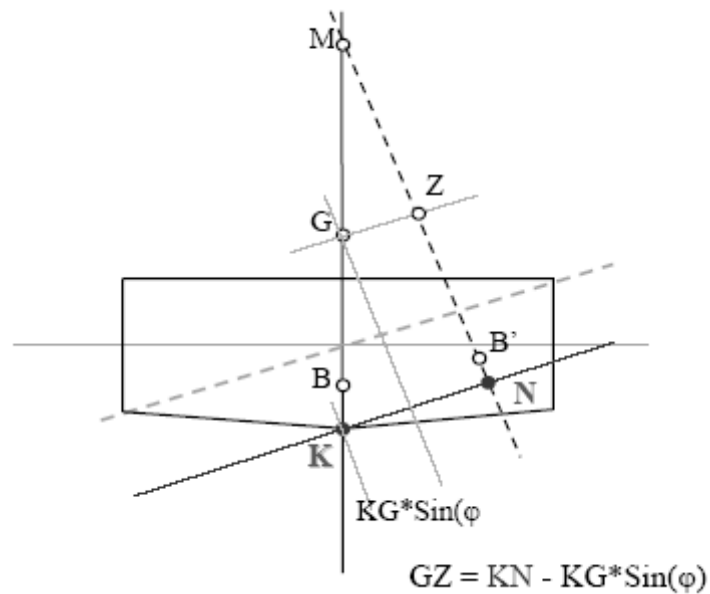
### 3.- CURVAS DE BRAZOS DE ADRIZAMIENTO

Del mismo modo que el caso de las hidrostáticas, los brazos de adrizamiento se obtienen con la ayuda del software de arquitectura naval Hydromax.

Se presentan los brazos de adrizamiento (KN) en función del desplazamiento para distintos ángulos de escora: 5°, 10°, 15°, 20°, 25°, 30°, 35°, 40°, 45°, 50°, 55°, 60°, 65°, 70°, 75°, 80°, 85°, 90°. Así mismo éstos se calculan para diversos trimados: -1, -0,5, 0, 0,5 y 1 metros.

Con estas curvas se puede calcular el brazo adrizante a cualquier desplazamiento intermedio, para toda posición vertical del centro de gravedad mediante la ecuación:

$$GZ = KN - KG \times \sin \theta$$

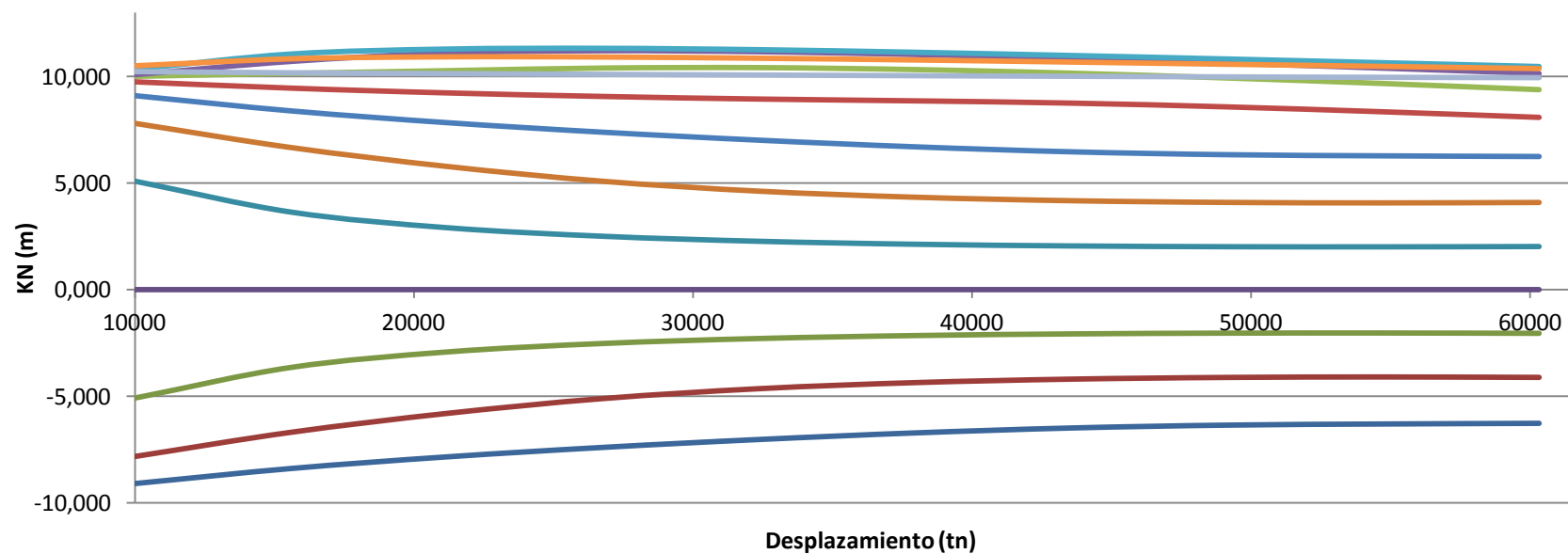


Trim.: - 1 m

Trim.: - 1 m							
Desplazamiento	-30 deg Port. (KN)	-20 deg Port. (KN)	-10 deg Port. (KN)	0 deg (KN)	10 deg Starb. (KN)	20 deg Starb. (KN)	30 deg Starb. (KN)
10000	-9.096	-7.800	-5.039	0.000	5.039	7.800	9.096
15590	-8.371	-6.649	-3.618	0.000	3.618	6.649	8.371
21180	-7.814	-5.762	-2.898	0.000	2.898	5.762	7.814
26770	-7.364	-5.073	-2.501	0.000	2.501	5.073	7.364
32360	-6.991	-4.616	-2.269	0.000	2.268	4.616	6.991
37949	-6.682	-4.335	-2.132	0.000	2.131	4.335	6.682
43539	-6.452	-4.173	-2.054	0.000	2.054	4.173	6.452
49129	-6.319	-4.093	-2.018	0.000	2.018	4.093	6.319
54719	-6.268	-4.073	-2.012	0.000	2.012	4.073	6.267
60309	-6.239	-4.094	-2.027	0.000	2.027	4.094	6.239

Desplazamiento	40 deg Starb. (KN)	50 deg Starb. (KN)	60 deg Starb. (KN)	70 deg Starb. (KN)	80 deg Starb. (KN)	90 deg Starb. (KN)
10000	9.744	10.004	10.082	10.306	10.446	10.163
15590	9.437	10.138	10.697	11.018	10.796	10.135
21180	9.208	10.261	11.065	11.255	10.898	10.115
26770	9.040	10.379	11.164	11.292	10.900	10.092
32360	8.916	10.391	11.122	11.232	10.849	10.066
37949	8.826	10.297	10.997	11.118	10.771	10.039
43539	8.714	10.133	10.823	10.971	10.679	10.013
49129	8.540	9.916	10.615	10.807	10.579	9.990
54719	8.316	9.660	10.385	10.633	10.477	9.970
60309	8.062	9.377	10.140	10.452	10.376	9.955

### Curvas KN (Trim.: -1 m)



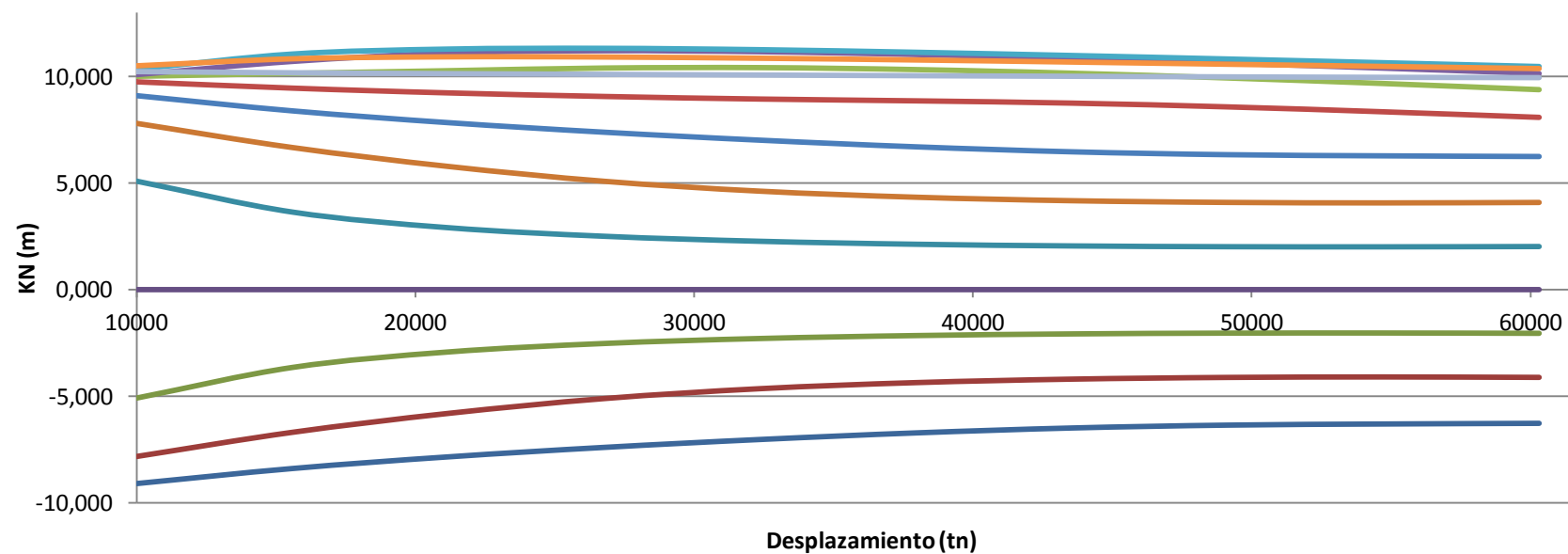
Trim.: - 0.5 m

Desplazamiento	-30 deg Port. (KN)	-20 deg Port. (KN)	-10 deg Port. (KN)	0 deg (KN)	10 deg Starb. (KN)	20 deg Starb. (KN)	30 deg Starb. (KN)
10000	-9.114	-7.818	-5.063	0.000	5.063	7.818	9.114
15590	-8.380	-6.662	-3.624	0.000	3.624	6.662	8.380
21180	-7.822	-5.772	-2.901	0.000	2.901	5.772	7.822
26770	-7.372	-5.079	-2.503	0.000	2.503	5.079	7.372
32360	-6.998	-4.620	-2.270	0.000	2.270	4.620	6.998
37949	-6.688	-4.338	-2.133	0.000	2.133	4.338	6.688
43539	-6.457	-4.176	-2.056	0.000	2.056	4.176	6.456
49129	-6.323	-4.096	-2.020	0.000	2.020	4.096	6.323
54719	-6.272	-4.075	-2.013	0.000	2.013	4.075	6.272
60309	-6.244	-4.097	-2.028	0.000	2.028	4.097	6.244

Desplazamiento	40 deg Starb. (KN)	50 deg Starb. (KN)	60 deg Starb. (KN)	70 deg Starb. (KN)	80 deg Starb. (KN)	90 deg Starb. (KN)
10000	9.758	10.012	10.080	10.305	10.458	10.182
15590	9.445	10.144	10.697	11.027	10.808	10.148
21180	9.214	10.264	11.074	11.265	10.909	10.124
26770	9.045	10.385	11.174	11.303	10.909	10.098
32360	8.921	10.399	11.132	11.241	10.856	10.071
37949	8.833	10.307	11.005	11.124	10.776	10.042
43539	8.723	10.142	10.829	10.975	10.682	10.015
49129	8.550	9.923	10.620	10.811	10.581	9.991
54719	8.324	9.666	10.390	10.636	10.479	9.970
60309	8.068	9.382	10.144	10.455	10.378	9.956



### Curvas KN (Trim.: -0,5 m)

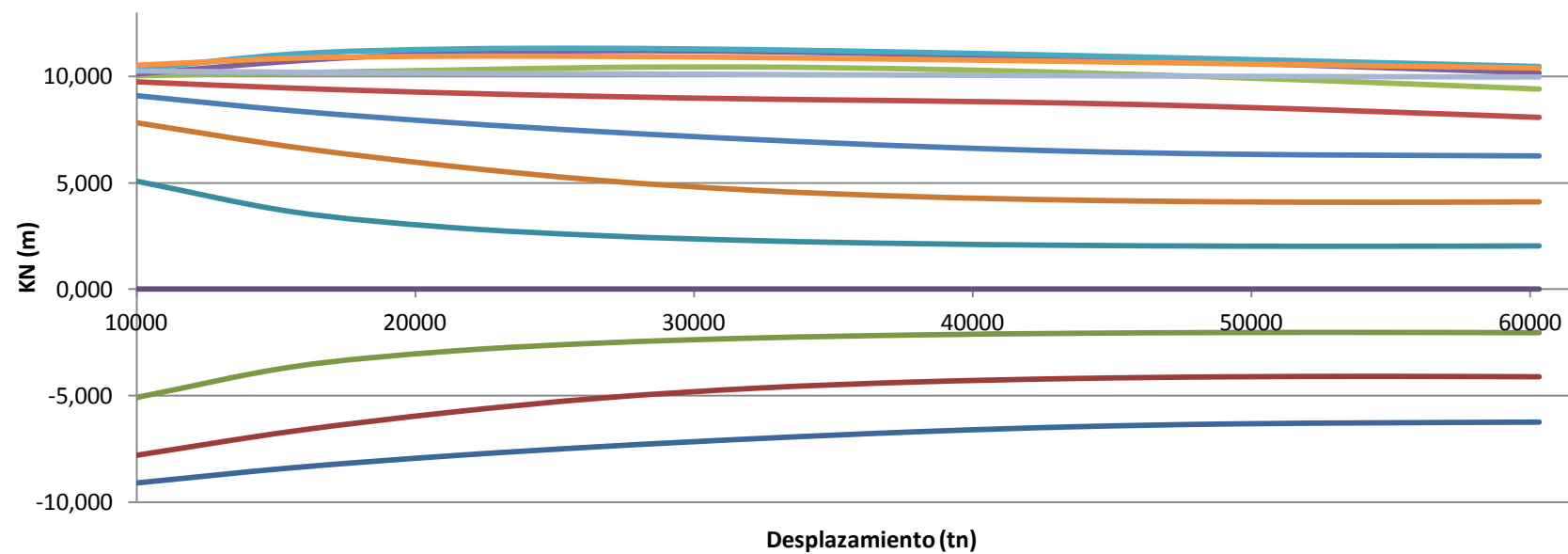


Trim.: 0 m

Desplazamiento	-30 deg Port. (KN)	-20 deg Port. (KN)	-10 deg Port. (KN)	0 deg (KN)	10 deg Starb. (KN)	20 deg Starb. (KN)	30 deg Starb. (KN)
10000	-9.119	-7.825	-5.079	0.000	5.079	7.825	9.119
15590	-8.386	-6.671	-3.629	0.000	3.629	6.671	8.386
21180	-7.829	-5.781	-2.904	0.000	2.904	5.781	7.829
26770	-7.379	-5.084	-2.505	0.000	2.505	5.084	7.379
32360	-7.006	-4.624	-2.273	0.000	2.273	4.624	7.006
37949	-6.694	-4.342	-2.135	0.000	2.135	4.342	6.694
43539	-6.462	-4.180	-2.058	0.000	2.057	4.180	6.462
49129	-6.329	-4.100	-2.021	0.000	2.021	4.100	6.329
54719	-6.277	-4.079	-2.015	0.000	2.015	4.079	6.277
60309	-6.249	-4.100	-2.030	0.000	2.030	4.100	6.249

Desplazamiento	40 deg Starb. (KN)	50 deg Starb. (KN)	60 deg Starb. (KN)	70 deg Starb. (KN)	80 deg Starb. (KN)	90 deg Starb. (KN)
10000	9.763	10.016	10.084	10.309	10.475	10.200
15590	9.450	10.148	10.698	11.038	10.820	10.162
21180	9.219	10.268	11.082	11.275	10.919	10.132
26770	9.051	10.392	11.183	11.313	10.916	10.104
32360	8.927	10.407	11.140	11.249	10.862	10.074
37949	8.840	10.316	11.012	11.130	10.780	10.045
43539	8.732	10.150	10.835	10.980	10.685	10.018
49129	8.558	9.930	10.625	10.814	10.583	9.992
54719	8.331	9.672	10.394	10.639	10.481	9.971
60309	8.073	9.386	10.147	10.458	10.379	9.956

### Curvas KN (Trim.: 0 m)

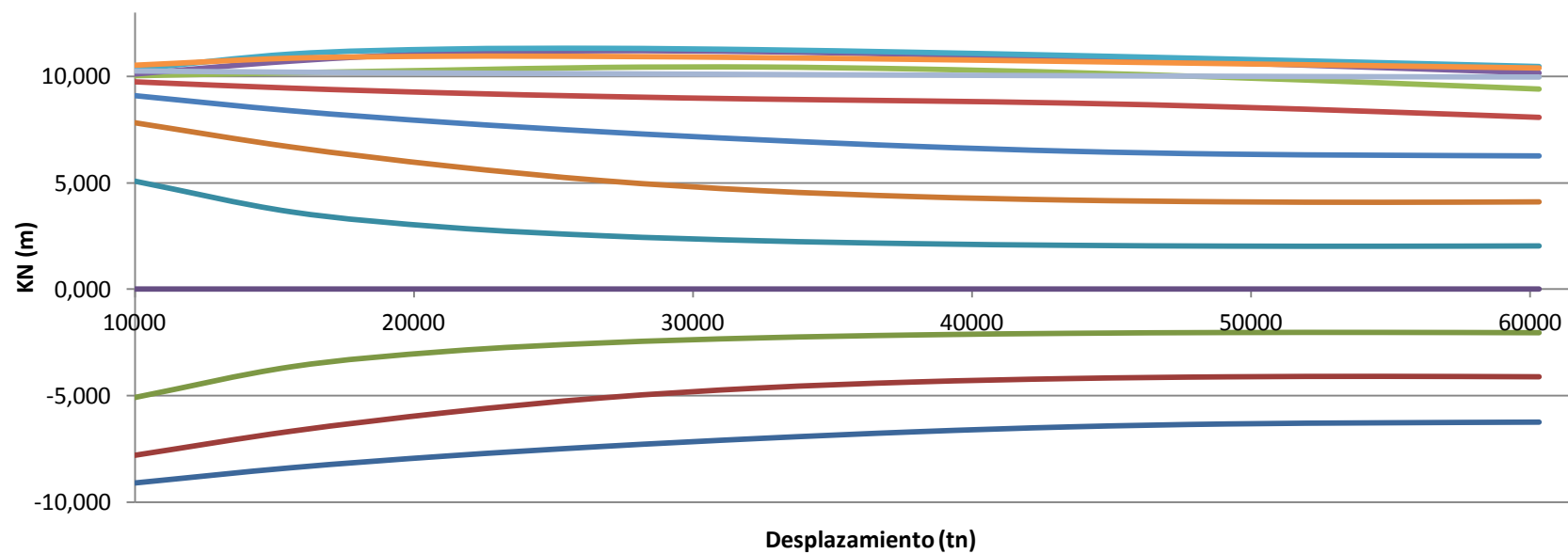


Trim.: 0.5 m

Desplazamiento	-30 deg Port. (KN)	-20 deg Port. (KN)	-10 deg Port. (KN)	0 deg (KN)	10 deg Starb. (KN)	20 deg Starb. (KN)	30 deg Starb. (KN)
10000	-9.114	-7.821	-5.084	0.000	5.084	7.821	9.114
15590	-8.388	-6.675	-3.634	0.000	3.634	6.675	8.388
21180	-7.834	-5.787	-2.908	0.000	2.908	5.787	7.834
26770	-7.386	-5.091	-2.508	0.000	2.508	5.091	7.386
32360	-7.013	-4.630	-2.275	0.000	2.275	4.630	7.013
37949	-6.702	-4.347	-2.137	0.000	2.137	4.347	6.702
43539	-6.469	-4.184	-2.060	0.000	2.060	4.184	6.469
49129	-6.335	-4.104	-2.023	0.000	2.023	4.104	6.335
54719	-6.283	-4.083	-2.017	0.000	2.017	4.083	6.283
60309	-6.254	-4.103	-2.032	0.000	2.032	4.103	6.254

Desplazamiento	40 deg Starb. (KN)	50 deg Starb. (KN)	60 deg Starb. (KN)	70 deg Starb. (KN)	80 deg Starb. (KN)	90 deg Starb. (KN)
10000	9.760	10.018	10.091	10.319	10.493	10.220
15590	9.452	10.152	10.701	11.047	10.832	10.175
21180	9.224	10.274	11.089	11.283	10.928	10.141
26770	9.056	10.398	11.192	11.321	10.923	10.109
32360	8.934	10.415	11.148	11.256	10.867	10.078
37949	8.848	10.324	11.019	11.134	10.784	10.048
43539	8.741	10.157	10.840	10.983	10.688	10.020
49129	8.566	9.935	10.629	10.817	10.585	9.994
54719	8.337	9.676	10.397	10.642	10.482	9.972
60309	8.077	9.390	10.150	10.460	10.381	9.958

### Curvas KN (Trim.: 0,5 m)



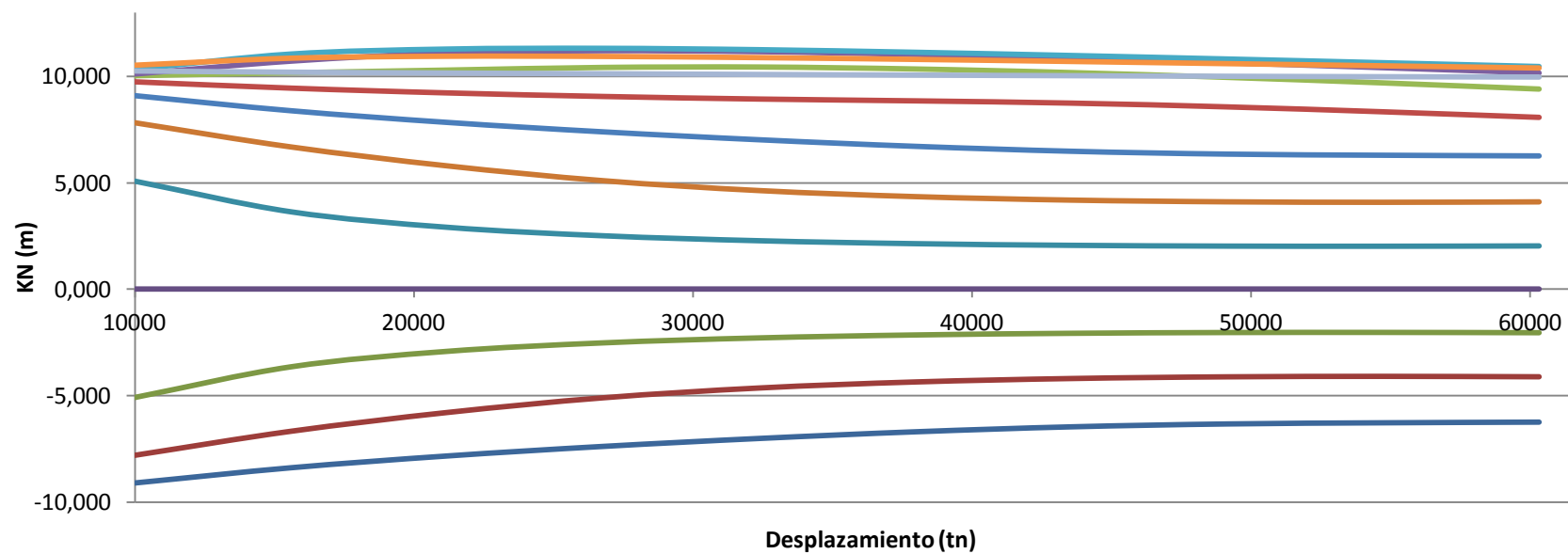
-30 deg Port. (KN)	-20 deg Port. (KN)	-10 deg Port. (KN)	0 deg (KN)
10 deg Starb. (KN)	20 deg Starb. (KN)	30 deg Starb. (KN)	40 deg Starb. (KN)
50 deg Starb. (KN)	60 deg Starb. (KN)	70 deg Starb. (KN)	80 deg Starb. (KN)
90 deg Starb. (KN)			

Trim.: 1 m

Desplazamiento	-30 deg Port. (KN)	-20 deg Port. (KN)	-10 deg Port. (KN)	0 deg (KN)	10 deg Starb. (KN)	20 deg Starb. (KN)	30 deg Starb. (KN)
10000	-9.097	-7.805	-5.080	0.000	5.080	7.805	9.097
15590	-8.387	-6.675	-3.639	0.000	3.639	6.675	8.387
21180	-7.838	-5.792	-2.912	0.000	2.912	5.792	7.838
26770	-7.392	-5.098	-2.512	0.000	2.512	5.098	7.392
32360	-7.020	-4.636	-2.278	0.000	2.278	4.636	7.020
37949	-6.710	-4.353	-2.140	0.000	2.140	4.353	6.710
43539	-6.478	-4.190	-2.062	0.000	2.062	4.190	6.478
49129	-6.343	-4.110	-2.026	0.000	2.026	4.110	6.343
54719	-6.290	-4.088	-2.020	0.000	2.020	4.088	6.290
60309	-6.258	-4.108	-2.034	0.000	2.034	4.108	6.258

Desplazamiento	40 deg Starb. (KN)	50 deg Starb. (KN)	60 deg Starb. (KN)	70 deg Starb. (KN)	80 deg Starb. (KN)	90 deg Starb. (KN)
10000	9.749	10.017	10.102	10.335	10.512	10.244
15590	9.453	10.154	10.709	11.056	10.844	10.187
21180	9.229	10.280	11.095	11.292	10.936	10.148
26770	9.062	10.404	11.200	11.328	10.928	10.114
32360	8.941	10.423	11.155	11.262	10.871	10.081
37949	8.856	10.332	11.025	11.139	10.788	10.050
43539	8.750	10.163	10.844	10.986	10.690	10.022
49129	8.573	9.940	10.633	10.819	10.587	9.995
54719	8.342	9.680	10.400	10.643	10.484	9.973
60309	8.080	9.393	10.152	10.461	10.382	9.959

### Curvas KN (Trim.: 1 m)



-30 deg Port. (KN)    -20 deg Port. (KN)    -10 deg Port. (KN)    0 deg (KN)  
 10 deg Starb. (KN)    20 deg Starb. (KN)    30 deg Starb. (KN)    40 deg Starb. (KN)  
 50 deg Starb. (KN)    60 deg Starb. (KN)    70 deg Starb. (KN)    80 deg Starb. (KN)  
 90 deg Starb. (KN)

#### 4.- SITUACIONES DE CARGA PRELIMINARES

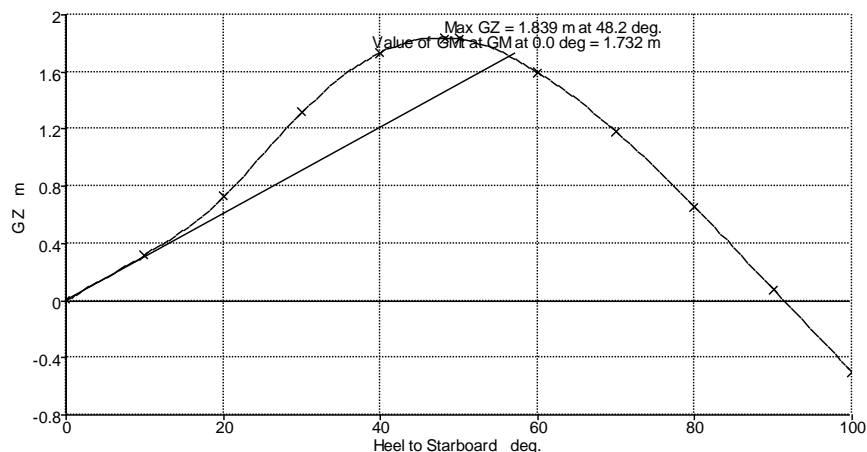
Se han estudiado las siguientes cuatro situaciones de carga:

- Plena carga salida
- Plena carga llegada
- Lastre salida
- Lastre llegada

Se ha comprobado que todas las situaciones de carga indicadas cumplen estabilidad intacta, en lo relativo a ello solo se ha añadido curva de GZ ya que todos estos cálculos se efectuaran posteriormente con una mayor rigurosidad. A continuación se adjuntan tablas resumen de cada condición.

- **PLENA CARGA SALIDA:**

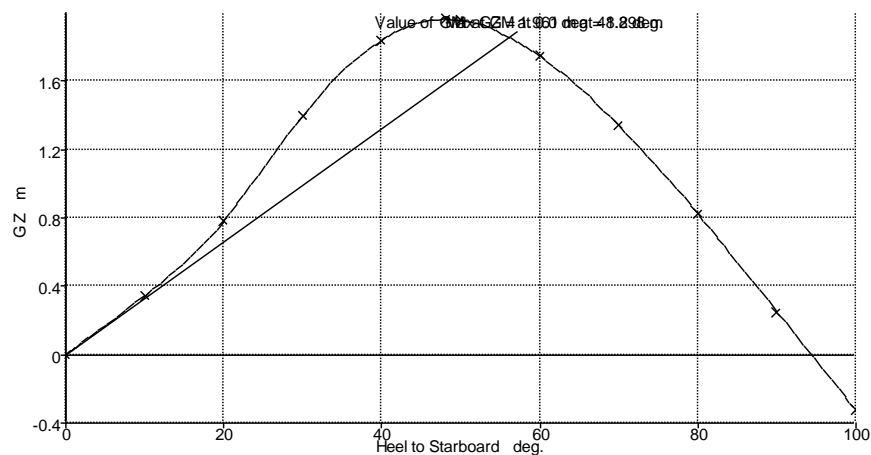
EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.116	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.524
Displacement tonne	60155	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	95.807
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.209
Draft at FP m	11.777	KG fluid m	9.881
Draft at AP m	12.455	BMt m	5.404
Draft at LCF m	12.122	BML m	247.731
Trim (+ve by stern) m	0.678	GMt corrected m	1.732
WL Length m	200.915	GML corrected m	244.058
WL Beam m	29.100	KMt m	11.613
Wetted Area m <sup>2</sup>	9291.413	KML m	253.939
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5172.947	Immersion (TPc) tonne/cm	53.023
Prismatic Coeff.	0.830	MTc tonne.m	752.590
Block Coeff.	0.808	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1817.902
Midship Area Coeff.	0.992	Max deck inclination deg	0.2
Waterpl. Area Coeff.	0.885	Trim angle (+ve by stern) deg	0.2



- **PLENA CARGA LLEGADA:**



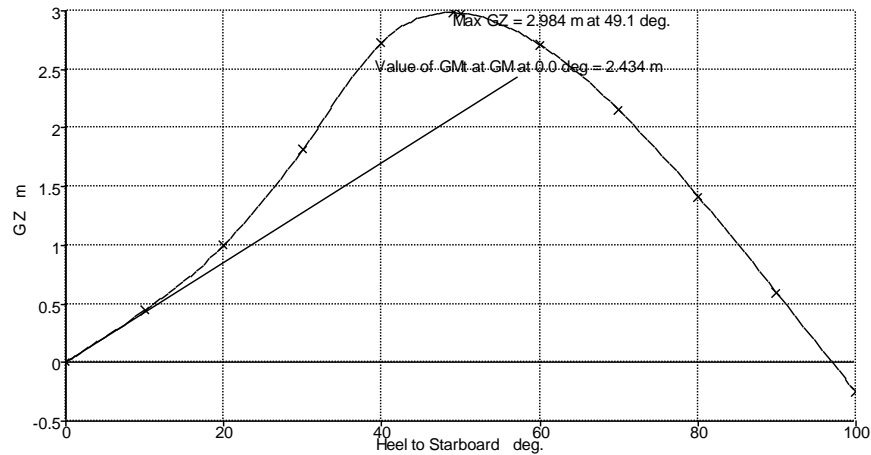
EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.137	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	101.032
Displacement tonne	60248	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	95.996
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.217
Draft at FP m	12.001	KG fluid m	9.706
Draft at AP m	12.272	BMt m	5.388
Draft at LCF m	12.139	BML m	246.385
Trim (+ve by stern) m	0.271	GMt corrected m	1.898
WL Length m	200.960	GML corrected m	242.895
WL Beam m	29.100	KMt m	11.604
Wetted Area m^2	9291.992	KML m	252.602
Waterpl. Area m^2	5166.180	Immersion (TPc) tonne/cm	52.953
Prismatic Coeff.	0.832	MTc tonne.m	750.161
Block Coeff.	0.820	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1995.731
Midship Area Coeff.	0.994	Max deck inclination deg	0.1
Waterpl. Area Coeff.	0.883	Trim angle (+ve by stern) deg	0.1



- LASTRE SALIDA:

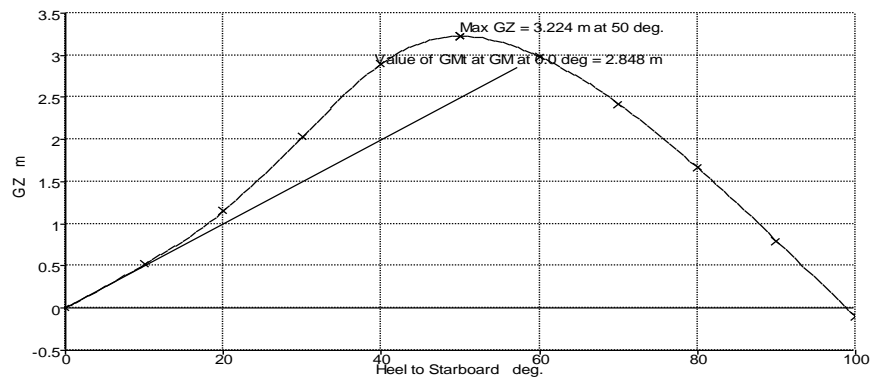
EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	8.761	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	99.002
Displacement tonne	42640	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	99.495
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	4.491
Draft at FP m	7.599	KG fluid m	9.435
Draft at AP m	9.922	BMt m	7.378
Draft at LCF m	8.737	BML m	320.290
Trim (+ve by stern) m	2.322	GMt corrected m	2.434
WL Length m	200.878	GML corrected m	315.346
WL Beam m	29.100	KMt m	11.869
Wetted Area m^2	7823.239	KML m	324.781
Waterpl. Area m^2	5023.580	Immersion (TPc) tonne/cm	51.492
Prismatic Coeff.	0.792	MTc tonne.m	689.280
Block Coeff.	0.726	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1811.348

Midship Area Coeff.	0.984	Max deck inclination deg	0.7
Waterpl. Area Coeff.	0.859	Trim angle (+ve by stern) deg	0.7



- LLEGADA LASTRE:

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	8.060	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.897
Displacement tonne	39129	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	100.582
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	4.124
Draft at FP m	7.466	KG fluid m	9.243
Draft at AP m	8.654	BMt m	7.967
Draft at LCF m	8.042	BML m	336.553
Trim (+ve by stern) m	1.188	GMt corrected m	2.848
WL Length m	197.448	GML corrected m	331.433
WL Beam m	29.100	KMt m	12.091
Wetted Area m <sup>2</sup>	7521.957	KML m	340.676
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4966.037	Immersion (TPc) tonne/cm	50.902
Prismatic Coeff.	0.819	MTc tonne.m	664.824
Block Coeff.	0.773	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1944.867
Midship Area Coeff.	0.989	Max deck inclination deg	0.3
Waterpl. Area Coeff.	0.864	Trim angle (+ve by stern) deg	0.3



## **5.- FRANCOBORDO**

Para el cálculo del francobordo se va a aplicar la normativa vigente, que es el “Convenio Internacional de Líneas de Carga 66/88 (2005)”.

Según las definiciones contenidas en el Reglamento, en el Anexo I Convenio Internacional sobre Líneas de Carga, se denomina francobordo a la distancia medida verticalmente hacia abajo, en el centro del buque, desde el canto alto de la línea de cubierta de francobordo hasta el canto alto de la línea de carga correspondiente, la cual es la línea definida por la intersección del casco con la superficie del mar para unas condiciones de carga determinadas.

A continuación se va a calcular el francobordo, teniendo en cuenta que desde el punto de vista del francobordo, se pueden clasificar los buques como:

- *Tipo A*: Buque proyectado para transportar sólo cargas líquidas a granel.; tiene una alta integrabilidad de la cubierta expuesta a la intemperie, y una gran resistencia a la inundación, por la gran subdivisión que presentan.
- *Tipo B*: Todo buque que no sea de tipo A.

### **5.1.- Definiciones para el cálculo del francobordo**

Para proceder al cálculo del francobordo se deben definir previamente una serie de conceptos:

- *Cubierta de francobordo*: según la Regla 3.9 del Convenio, está situada a 17,41 m , es por tanto la cubierta principal.
- *Eslora de francobordo*: según la Regla 3.1, es la mayor de las siguientes longitudes:
  - El 96% de la eslora total o la distancia desde la cara proel de la roda hasta la mecha del timón, ambas medidas en una flotación del 85% del puntal mínimo de trazado:
    - Puntal de trazado = 17,41 m .
    - Calado a 85% del puntal = 14,79 m .
    - Eslora en la flotación al 85% D  $L_{FL} = 202,47$  m .
    - 96% de  $L_{FL}$  anterior = 194,34 m
  - Eslora desde la mecha hasta la roda al 0,85 del puntal es igual a 196,55 m .

Por lo tanto la eslora de francobordo es  $L_{FB} = 196,55 \text{ m}$ .

- *Puntal de francobordo*: según la Regla 3.6 es el puntal de trazado en el centro del buque más el espesor de la plancha del trancanil.

Puntal de trazado =  $17,41 \text{ m}$ .

Espesor de la plancha del trancanil =  $18,5 \text{ mm}$ .

Por lo tanto el puntal de francobordo es  $D_{FRANCOBORDO} = 17,43 \text{ mm}$ .

## **5.2.- Francobordo tabular**

Según la Regla 27 el Buque Proyecto es un buque de tipo B60, por lo tanto el francobordo tabular se obtiene de la interpolación en la tabla correspondiente a este tipo de buques (Tabla B) que figuran en la Regla 28.

$$FB_{TABULAR} = 3211 \text{ mm}$$

Por cumplir con lo especificado en la regla 27, se aplica una corrección máxima del francobordo del 60% de la diferencia entre la lectura de la tabla para buques tipo A y tipo B, esto es:

$$\text{Reducción: } 0,6 \times (3211 - 2587) = 374 \text{ mm}$$

Resultando un francobordo tabular de:

$$FB_{TABULAR} = 2837 \text{ mm}$$

## **5.3.- Correcciones al francobordo tabular**

### **5.3.1.-Corrección por eslora**

Según la regla 29, no se realiza ninguna corrección, ya que la eslora es mayor que  $100 \text{ m}$ .

### **5.3.2.-Corrección por coeficiente de bloque**

Según la regla 30, se realiza una corrección ya que el coeficiente de bloque es superior a 0,68. El francobordo tabular se multiplica por el factor:

$$f = \frac{(C_b + 0,68)}{1,36}$$

Obteniéndose un valor de  $f = 1,125$ , lo que supone un incremento de 354,62  $mm$ .

### 5.3.3.-Corrección por puntal

De acuerdo con la regla 31, existe corrección por puntal por ser  $D > L/15$ , y el valor del francobordo debe corregirse en:

$$\left(D - \frac{L}{15}\right) \times R = 1060 \text{ mm} \quad \text{con} \quad R = 250$$

### 5.3.4.-Corrección por superestructuras

La reducción por superestructuras vendrá dada según la longitud efectiva de las mismas, de modo que para buques de más de 122  $m$  de eslora, la reducción es de 1070  $mm$  en el caso de tener una longitud efectiva de  $1.0 \cdot L$ .

En el caso del buque proyecto no hay s/e en toda la eslora, por tanto, se busca el porcentaje de s/e en la eslora, y a partir de él y con las tablas según el tipo de buque B, se obtiene el porcentaje de reducción con respecto a la reducción inicial de 1070  $mm$ .

Esta corrección puede realizarse debido a que la longitud de las superestructuras cumple la condición:

$$L_{s/e(\text{Castillo})} > 0.07 \times L_{FB} = 13,76 \text{ m}, \text{ ya que } L_{s/e(\text{Castillo})} = 18,11 \text{ m}$$

De acuerdo con la regla 35 la longitud efectiva (E) de las superestructuras es su longitud real multiplicada por un coeficiente que se obtiene por la relación entre la manga de la superestructura y del buque medidas en el punto medio de la superestructura.

Por lo tanto la longitud efectiva de la superestructura es:

$$L_{s/e} = 0,69 \times 18 \quad \Rightarrow \quad L_{s/e} = 12,37 \text{ m}$$

La longitud efectiva del castillo es de 18,11  $m$  y al ser de banda a banda no hay que aplicarle ningún descuento. La longitud efectiva total es pues:

$$L_E = L_{s/e} + L_{Castillo} \quad \Rightarrow \quad L_E = 30,48 \text{ m}$$

Esto supone un porcentaje cubierto del 15,5%. Por lo tanto y en virtud de la regla 37, interpolando se obtiene un porcentaje de reducción igual a 10,85%. La reducción por superestructuras es:

$$Reducción : 1070 \times 0,108 = 115 \text{ mm}$$

### 5.3.5.-Corrección por arrufo

Si la línea de arrufo real encierra un área con la horizontal a nivel del puntal del buque, menor que la encerrada por la línea del arrufo estándar, se aplica una corrección aditiva definida por:

Para calcular la corrección por arrufo se usa la siguiente expresión:

$$Corr.Arrufo = \left( \frac{1-A}{100} \right) \times (4,168 \times L_{FB} + 125) \times \left( \frac{0,75 - L_E}{2 \times L_{FB}} \right)$$

donde A es el porcentaje del área de la cueva real de arrufo respecto al área de la curva estándar:

$$A = 3,1$$

Sustituyendo valores, el resultado obtenido es de:

$$Corr.Arrufo = 514,84 \text{ mm}$$

### 5.3.6.- Altura mínima de proa

Según la regla 39, se debe de comprobar que se cumple con la altura mínima exigida en proa ( $F_b$ ). Esto se comprobará según la siguiente expresión:

$$F_b = 6075 \frac{L}{100} - 1875 \frac{L^2}{100^2} + 200 \frac{L^3}{100^3} \times \left( 2,08 + 0,609C_B - 1,603C_{wf} - 0,0129 \frac{L}{d_i} \right)$$

Donde:

$$\begin{aligned} L &= 196,55 \\ C_b &= 0,850 \\ C_w &= 0,884 \\ d_i &= 0,85D \\ D &= 17,43 \end{aligned}$$

Se dispone de:

$$Fb = 6275 \text{ mm}$$

Por lo tanto se cumple con la altura mínima en proa:

$$Fb \text{ (disponible)} = 7260 \text{ mm}$$

#### **5.4.- Francobordos calculados**

##### **5.4.1.-Francobordo de verano**

De los cálculos anteriores se deduce que el francobordo de verano según la regla 40 resulta:

$$FB_{\text{verano}} = (2837 \times 1,125) + 1060 - 115 + 514,84$$

$$FB_{\text{verano}} = 4651,46 \text{ mm}$$

Este francobordo es teórico, ya que si el puntal del buque son 17,41 m, se tiene un calado superior al de proyecto, con lo que el francobordo real de verano es el correspondiente al calado máximo, es decir:

$$FB_{\text{verano}} = 5260 \text{ mm}$$

##### **5.4.2.-Francobordo tropical**

Según el apartado 3 de la regla 40, para calcular el francobordo tropical, se debe reducir un cuarenta y ochoavo del calado de verano, medido desde el canto alto de la quilla al centro del anillo de la marca de francobordo:

$$FB_{\text{tropical}} = FB_{\text{verano}} - \frac{D - FB_{\text{verano}}}{48}$$

Resultando:

$$FB_{\text{tropical}} = 5057 \text{ mm}$$

### 5.4.3.-Francobordo de invierno

Según el apartado 5 de la regla 40, para calcular el francobordo de invierno, se debe aumentar una cuarentena y ochoavo del calado de verano, medido desde el canto alto de la quilla al centro del anillo de la marca de francobordo:

$$FB_{invierno} = FB_{verano} + \frac{D - FB_{verano}}{48}$$

Resultando:

$$FB_{invierno} = 5563 \text{ mm}$$

### 5.4.4.-Francobordo del Atlántico Norte en invierno.

Según el apartado 6 de la regla 40, para buques de eslora superior a 100 m, el francobordo para el Atlántico Norte en invierno coincide con el francobordo de invierno.

### 5.4.5.-Líneas de carga máximas.

Se exponen los francobordos y sus respectivos calados en la tabla resumen:

r	FB Mínimo (mm)	Calado Máximo (m)
<b>Verano</b>	5310	12,15
<b>Tropical</b>	5057	12,40
<b>De Invierno</b>	5563	11,90
<b>Atlántico Norte</b>	5563	11,90



## **6.- ARQUEO**

El cálculo para la obtención del arqueo, ya sea el bruto o el neto, se realiza en concordancia con las exigencias del "Convenio Internacional sobre Arqueo de Buques, 1969".

### **6.1.- Arqueo bruto (GT).**

El arqueo bruto representa el tamaño total de un buque de acuerdo al convenio anteriormente mencionado. Para obtenerlo se emplea la siguiente expresión:

$$GT = K_1 \times V$$

Siendo:

- V: el volumen total de todos los espacios cerrados del buque, en  $m^3$ .
- $K_1 = 0,2 + 0,021 \times \log_{10} V$

El volumen se ha obtenido con la ayuda del software de Maxsurf.

Resulta un volumen total de  $86590 m^3$  y un valor de  $K_1$  de 0,2987. Por lo tanto el arqueo bruto tiene por valor:

$$GT = 25869$$

### **6.2.- Arqueo neto (NT).**

Al tratarse de un buque en el que el mínimo de pasajeros es nulo, el arqueo neto (NT) se calcula mediante la expresión:

$$NT = K_2 \times V_c \times \left(\frac{4 \times d}{3 \times D}\right)^2$$

Siendo:

- $V_c$ : Volumen total de los espacios de carga en  $m^3$ .

- $D$  : Puntal de trazado en el centro del buque en  $m$  .
- $d$  : Calado de trazado en el centro del buque en  $m$  .
- $K_2 = 0,2 + 0,021 \times \log_{10} V_C$

Se deben cumplir los siguientes requisitos:

- El factor  $(\frac{4 \times d}{3 \times D})^2$  no se tomará superior a la unidad.
- El término  $K_2 \times V_C \times (\frac{4 \times d}{3 \times D})^2$  no debe ser inferior a  $0,25 \times GT$  .
- El arqueo neto no debe ser inferior al 30% del bruto.

En el caso del buque proyecto se obtienen los siguientes valores:

$$V_C = 58691 \text{ m}^3, \quad D = 17,41 \text{ m} \quad d = 12,15 \text{ m} \quad K_2 = 0,30$$

Sustituyendo en la fórmula anterior se tiene:

$$NT = 15136$$

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS NAVALES**



PROYECTO Nº 59

# **GRANELERO 50.000 TPM**

## **CUADERNO 6**

### ***CÁLCULO DE POTENCIA. PROYECTO DE PROPULSORES Y TIMONES***

**TUTOR:**

**D. SEBASTIÁN JOSÉ ABRIL PÉREZ**

**REALIZADO POR:**

**D. JÉSSICA LIVIANO RODRÍGUEZ**

**D. JESÚS RODRÍGUEZ MAESTRE**

ÍNDICE

1. - INTRODUCCIÓN.....	4
2. - CÁLCULO DE LA POTENCIA PROPULSORA.....	5
2.1. Resistencia de Remolque .....	5
<b>2.1.1. Introducción</b> .....	5
<b>2.1.2. Estimación de la resistencia de remolque</b> .....	5
2.1.2.1. Estimación de la resistencia viscosa, $R_V$ . ....	5
2.1.2.2. Estimación de la resistencia de los apéndices, $R_{Ap}$ . ....	6
2.1.2.3. Estimación de la resistencia por formación de olas, $R_W$ . ....	6
2.1.2.4. Estimación de la resistencia por correlación modelo-buque, $R_A$ . ....	7
<b>2.1.3. Cálculo de resistencia de remolque</b> .....	7
<b>2.1.4. Tabla Velocidad - Resistencia</b> .....	8
<b>2.1.5. Estimación de la potencia de remolque</b> .....	9
2.2. Potencia de Remolque con el Software “HullSpeed” .....	9
2.3. Potencia de Salida del Motor Principal (BHP) .....	11
<b>2.3.1. Introducción</b> .....	11
<b>2.3.2. Cálculos de Rendimientos</b> .....	12
2.3.2.1. Rendimiento del casco.....	12
2.3.2.2. Rendimiento rotativo relativo.....	12
2.3.2.3. Rendimiento del propulsor en aguas libres .....	13
3.- DISEÑO DEL PROPULSOR ÓPTIMO .....	14
3.1. Cálculo del Propulsor óptimo .....	14
<b>3.1.1. Hélices de 4 palas (Z=4)</b> .....	17
<b>2.1.2. Hélices de 5 palas (Z=5)</b> .....	19
3.2. Propulsor Definitivo.....	20
4.- DISEÑO DEL TIMÓN .....	23
4.1. Dimensiones del Timón .....	23
4.2. Facilidad de Evolución.....	25
4.3. Estabilidad en Ruta .....	27
4.4. Cambio de Rumbo.....	28
4.5. Ángulo de Desprendimiento .....	29
4.6. Par en la Mecha.....	29

4.7. Elección del Servomotor .....	30
4.8. Perfil del Timón.....	31
4.9. Posición Relativa Timón, Hélice y Codaste .....	31
ANEXO I.....	33
Desarrollo del timón .....	33

## 1. - INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se van a definir y calcular los elementos que intervienen en la propulsión; claro está, teniendo en cuenta los elementos que influyen en la misma, que son las formas (calculadas y generadas en el cuaderno número 3, el de formas).

Estos elementos que intervienen en la propulsión son:

- **El motor principal:** que será directamente acoplado como está definido en la especificación. Además es lógico, dada la potencia presumible por el tamaño del buque. También se puede decir que será un motor diesel de dos tiempos, por ser el de mayor rendimiento, y el más adecuado para este tipo de necesidad (propulsión). Dentro de los motores que serán adecuados para este buque se elegirá el de mayor carrera posible, esto es para tener un motor lo más eficiente posible.
- **El propulsor:** será una hélice de la serie B de Wageningen de palas fijas, como es lógico para esta clase de buque. Además se tendrá en cuenta que el número de palas y el número de cilindros del motor principal no sean múltiplos, esto es para evitar que entren en resonancia la hélice y el motor, ya que esto podría suponer una catástrofe en lo que se refiere a las vibraciones torsionales. Su diseño se hará para la velocidad de servicio.
- **El timón:** este elemento de maniobra será de tipo Mariner (es decir semisuspendido y semicompensado), como está definido en la especificación.

El procedimiento que se seguirá será:

- I. Calcular la resistencia al avance del buque (y en consecuencia la potencia requerida por el mismo) por el método de predicción de potencia adecuado (Holtrop & Mennen) para las condiciones de servicio y de pruebas, mediante la aplicación del programa "Mior".
- II. Con la ayuda del software Hullspeed, que pertenece al paquete de software de arquitectura naval Maxsurf, se obtendrán los valores de la resistencia al avance y potencia de remolque del buque. Esto se realiza para el mismo método de predicción de potencia y las mismas condiciones (de servicio y de pruebas).
- III. Después se tomarán como válidos los valores más conservadores. Con estos se calculará el propulsor (hélice), y seguidamente se calculará la potencia requerida, con la consecuente elección del motor principal.
- IV. Finalmente, teniendo el propulsor (hélice) se calculará el timón en base a las condiciones de maniobrabilidad requeridas para este tipo de buques.

## 2. - CÁLCULO DE LA POTENCIA PROPULSORA

### 2.1. Resistencia de Remolque

#### 2.1.1. Introducción

Para el cálculo de la resistencia de remolque vamos a emplear el método de HOLTROP y MENEEN. Para que éste método sea aplicable a graneleros deben cumplir las siguientes relaciones.

	Relaciones Requeridas	Buque proyecto
<b>Fn</b>	< 0,24	0,17
<b>Cp</b>	0,73 - 0,85	0,85
<b>L/B</b>	5,1 - 7,1	6,71
<b>B/T</b>	2,4 - 3,2	2,41

Vemos que a nuestro proyecto le es perfectamente válida la aplicación de éste método para la estimación de la resistencia a remolque.

El método de HOLTROP hace una descomposición de la resistencia de remolque en los siguientes términos:

- $R_T$ . Resistencia total al avance o de remolque.
- $R_V$ . Resistencia viscosa (producto de la resistencia friccional y el factor de formas de Hughes (1+k)).
- $R_{Ap}$ . Resistencia de los apéndices del buque.
- $R_W$ . Resistencia por formación de olas.
- $R_e$ . Resistencia de presión debida al bulbo.
- $R_{TR}$ . Resistencia debida a la inmersión del espejo.
- $R_A$ . Resistencia por correlación modelo-buque.

#### 2.1.2. Estimación de la resistencia de remolque

##### 2.1.2.1. Estimación de la resistencia viscosa, $R_V$ .

Para la estimación de la resistencia viscosa se utilizan las siguientes expresiones:

$$R_V = R_F \times (1 + k_1) = \frac{1}{2} \times \rho \times V^2 \times \frac{0,075}{(\log R_n - 2)^2} \times S \times (1 + k_1)$$

Siendo:

$$(1 + k_1) = 0,93 + 0,4871 \times \left(\frac{B}{L_{Fl}}\right)^{1,0681} \times \left(\frac{T}{L_{Fl}}\right)^{0,4611} \times \left(\frac{L_{Fl}}{L_S}\right)^{0,1216} \times \left(\frac{L_{Fl}^3}{\nabla}\right)^{0,3649} \times (1 - C_p)^{-0,6042}$$

#### 2.1.2.2. Estimación de la resistencia de los apéndices, $R_{Ap}$ .

Se utiliza la siguiente expresión para estimarla:

$$R_{Ap} = \frac{1}{2} \times \rho \times V^2 \times S_{Ap} \times (1 + k_2) \times \frac{0,075}{(\log R_n - 2)^2}$$

Siendo:  $(1 + k_2) = 1,4$

#### 2.1.2.3. Estimación de la resistencia por formación de olas, $R_W$ .

En este apartado se incluye la resistencia de presión debida al bulbo cerca de la flotación ( $R_e$ , tenida en cuenta en el coeficiente  $C_2$ ) así como la resistencia adicional debida a la inmersión del espejo de popa ( $R_{TR}$ , tenida en cuenta en el coeficiente  $C_3$ ).

$$R_W = \nabla \times \rho \times g \times C_1 \times C_2 \times C_3 \times \exp\left(m_1 \times F_n^d + m_2 \times \cos(lan \times F_n^{-2})\right)$$

Siendo:

$$C_1 = 2223105 \times C_4^{3,7861} \times \left(\frac{T}{B}\right)^{1,0796} \times (90 - \text{Ángulo}_{Entrada})^{-1,3757}$$

$$C_4 = \frac{B}{L_{Fl}}$$

$$m_1 = 0,01401 \times \frac{L_{Fl}}{T} - \frac{1,7525 \times \nabla^3}{L_{Fl}} - \frac{4,7932 \times B}{L_{Fl}} - C_5$$

$$C_5 = 1,7301 - 0,7067 \times C_p$$

$$m_2 = -1,69385 \times 0,4 \times \exp(-0,034 \times F_n^{-3,29})$$

$$lan = 1,446 \times C_p - 0,03 \times \frac{L_{Fl}}{B}$$

$$C_2 = \exp(-1,89 \times \sqrt{C_7})$$

$$C_7 = \frac{0,56 \times ABT^{1,5}}{B \times T \times (0,31 \times \sqrt{ABT} + T_{pp} - HB)}$$



- ABT, área transversal del bulbo en la perpendicular de proa.
- HB, altura sobre la base del centro de gravedad de la sección del bulbo de proa en la perpendicular de proa.

$$C_3 = 1 - 0,8 \times \frac{ATR}{B \times T \times C_M}$$

- ATR, área sumergida del espejo de popa.

#### 2.1.2.4. Estimación de la resistencia por correlación modelo-buque, $R_A$ .

Esta estimación tiene en cuenta la rugosidad del casco y la resistencia del aire.

$$R_A = \frac{1}{2} \times \rho \times V^2 \times S \times CA$$

Siendo:

$$CA = 0,006 \times (L_{Fl} + 100)^{-0,16} - 0,00205 + 0,003 \times \left( \frac{L_{Fl}}{7,5} \right)^{0,5} \times C_B^4 \times C_2 \times (0,04 - C_4)$$

#### 2.1.3. Cálculo de resistencia de remolque

A continuación se presentan los parámetros de entrada necesarios para la ejecución del método, así como los resultados obtenidos mediante la aplicación del programa "Mior" que da una estimación de la predicción de potencia por el método de Holtrop.

Para la aplicación del método de Holtrop hacen falta algunos datos como:

- Superficie mojada.
- Semiángulo de entrada en la flotación.
- Área transversal del espejo de popa sumergida.

Que han sido obtenidos del plano de formas realizado en el cuaderno 3 de éste proyecto.

Datos de entrada:

○ ESlORA ENTRE PERPENDICULARES (m):	195.23
○ ESlORA EN LA FLOTACION (m):	201.15
○ MANGA DE TRAZADO (m):	29.10
○ VOLUMEN DE DESPLAZAMIENTO (m³):	60309
○ CALADO A PROA (m):	12.15
○ CALADO A POPA (m):	12.15
○ CALADO MEDIO (m):	12.15
○ COEFICIENTE DE BLOQUE:	0.850

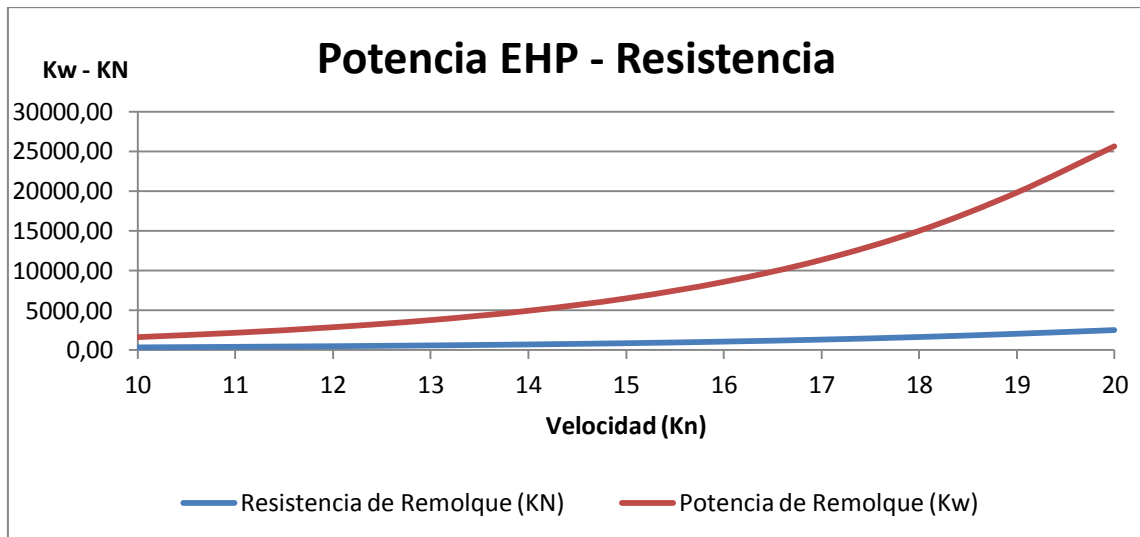
○ COEFICIENTE DE LA MAESTRA:	0.994
○ COEFICIENTE PRISMATICO:	0.831
○ COEFICIENTE DE LA FLOTACION:	0.884
○ POSICION LONG.CENTRO CARENA (%):	1.929
○ COEFICIENTE FORMAS DE POPA:	10.000
○ AREA TRANSVERSAL BULBO PROA (m²):	58.41
○ ALTURA C.D.G. SEC.TRANS.BULBO (m):	2.20
○ AREA TRANSVERSAL ESPEJO POPA (m²):	3.47
○ SEMIANGULO ATAQUE FLOTACION (°):	56.96
○ SUPERFICIE MOJADA (m²):	9436.187
○ VISCOSIDAD CINEMÁTICA (m²/s)*10 <sup>6</sup> :	1.188
○ DENSIDAD (Kg/m³):	1025.000
○ RUGOSIDAD DEL CASCO (micras):	150.000

#### 2.1.4. Tabla Velocidad - Resistencia

Se aplica el método de Holtrop para un rango de velocidades, entre 10 y 20 nudos con una variación de 1 nudos para obtener la cantidad de puntos suficientes para la representación gráfica. A continuación se refleja en la tabla adjunta la representación de los parámetros calculados para las velocidades enteras necesarios para el cálculo de la resistencia al avance del buque.

En las especificaciones del proyecto nos dice que el buque debe alcanzar la velocidad en pruebas de 15 nudos y plena carga, con el motor al 100% MCR y 10% de margen de mar. Como la especificación de proyecto no impone ninguna restricción respecto a la velocidad en servicio, se estima que es la velocidad al 80 % MCR, lo que da una velocidad de servicio de 14 Kn.

V (Kn)	Nº Froude	Reynolds	R. Total (KN)	EHP (CV)	EHP (Kw)	R.Total (Maxsurf)
10	0.1158	870.82	322.47	2257.0	1658.9	309.03
11	0.1274	957.91	390.07	3003.0	2207.2	371.32
12	0.139	1044.99	470.59	3953.0	2905.5	442.02
13	0.1506	1132.08	568.45	5172.0	3801.4	524.01
<b>14</b>	<b>0.1621</b>	<b>1219.16</b>	<b>690.75</b>	<b>6769.0</b>	<b>4975.2</b>	<b>621.24</b>
15	0.1737	1306.24	845.36	8886.0	6531.2	738.72
16	0.1853	1393.32	1045.65	11710.0	8606.9	882.37
17	0.1969	1480.41	1300.04	15469.0	11369.7	1060.95
18	0.2085	1567.49	1622.00	20435.0	15019.7	1282.15
19	0.22	1654.57	2029.28	26986.0	19834.7	1550.66
20	0.2316	1741.66	2493.39	34904.0	25654.4	1866.42



### 2.1.5. Estimación de la potencia de remolque

La potencia de remolque viene definida por la siguiente fórmula:

$$EHP = \frac{R_T \times V}{0,75} \text{ (HP)}$$

Se observa a la vista de estos resultados, que para un valor de 14 nudos (velocidad de servicio), tenemos una Resistencia de  $R = 690,74 \text{ kN}$  y por lo tanto una potencia de  $EHP = 4975,2 \text{ Kw}$ .

### 2.2. Potencia de Remolque con el Software "HullSpeed"

La Potencia efectiva o de remolque se puede obtener también mediante el software "Hullspeed", pues trabaja directamente con las formas generadas mediante "Maxsurf" (presentadas en el cuadernillo 3). Dicho programa también usa el método de Holtrop.

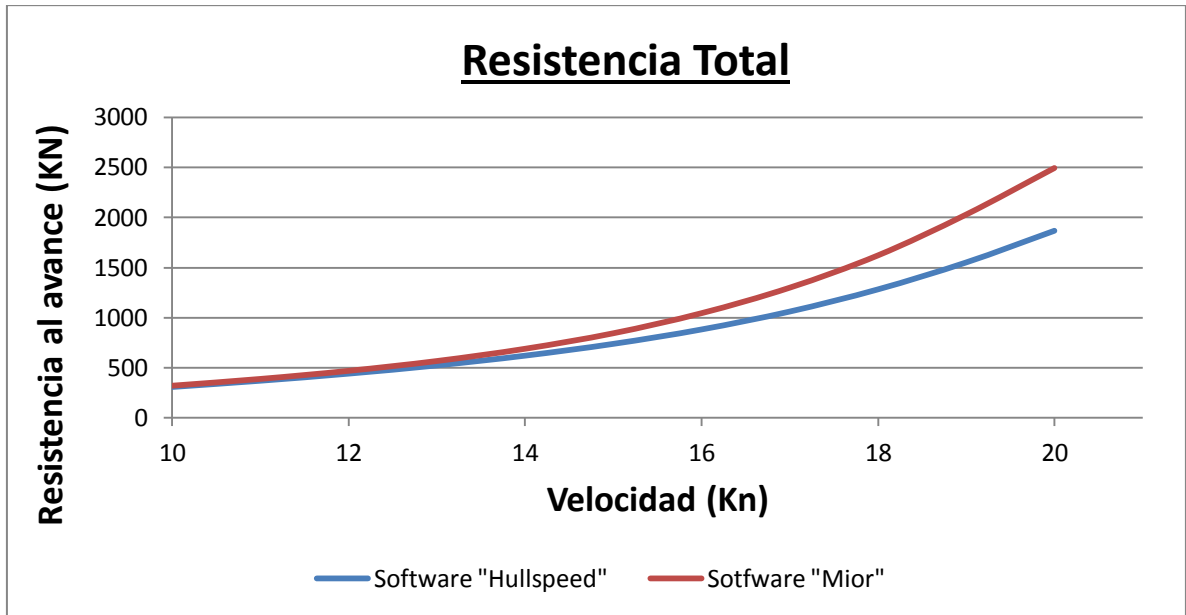
Los datos obtenidos son:

Speed (Kn)	Resit. (KN)	Pot. (Kw)
0	0	0
0.5	1.13	0.29
1	4.12	2.12
1.5	8.82	6.8
2	15.13	15.57
2.5	23	29.58
3	32.39	49.99
3.5	43.26	77.89

4	55.57	114.36
4.5	69.31	160.45
5	84.43	217.18
5.5	100.93	285.57
6	118.77	366.6
6.5	137.94	461.25
7	158.41	570.46
7.5	180.19	695.22
8	203.25	836.5
8.5	227.62	995.35
9	253.33	1172.92
9.5	280.43	1370.54
10	309.03	1589.77
10.5	339.26	1832.55
11	371.32	2101.24
11.5	405.46	2398.78
12	442.02	2728.76
12.5	481.39	3095.58
13	524.01	3504.46
13.5	570.43	3961.62
<b>14</b>	<b>621.24</b>	<b>4474.28</b>
14.5	677.09	5050.74
15	738.72	5700.42
15.5	806.86	6433.84
16	882.37	7262.88
16.5	966.45	8203.53
17	1060.95	9278.61
17.5	1165.67	10494.29
18	1282.15	11872.71
18.5	1410.89	13427.76
19	1550.66	15156.85
19.5	1701.16	17065.48
20	1866.42	19203.34

Se observa a la vista de estos resultados, que para un valor de 14 Kn, tenemos una resistencia de  $R=621,24$  kN y una potencia de  $EHP = 4474,28$  Kw.

A continuación se muestra la tabla de comparación de la resistencia, para comprobar que los datos obtenidos mediante la aplicación del programa "Mior" son más restrictivos que los dados por el software "Hullspeed".



## **2.3. Potencia de Salida del Motor Principal (BHP)**

### **2.3.1. Introducción**

Para proceder a la estimación de la potencia de salida del motor principal (BHP) se debe primeramente indicar los parámetros que se utilizarán:

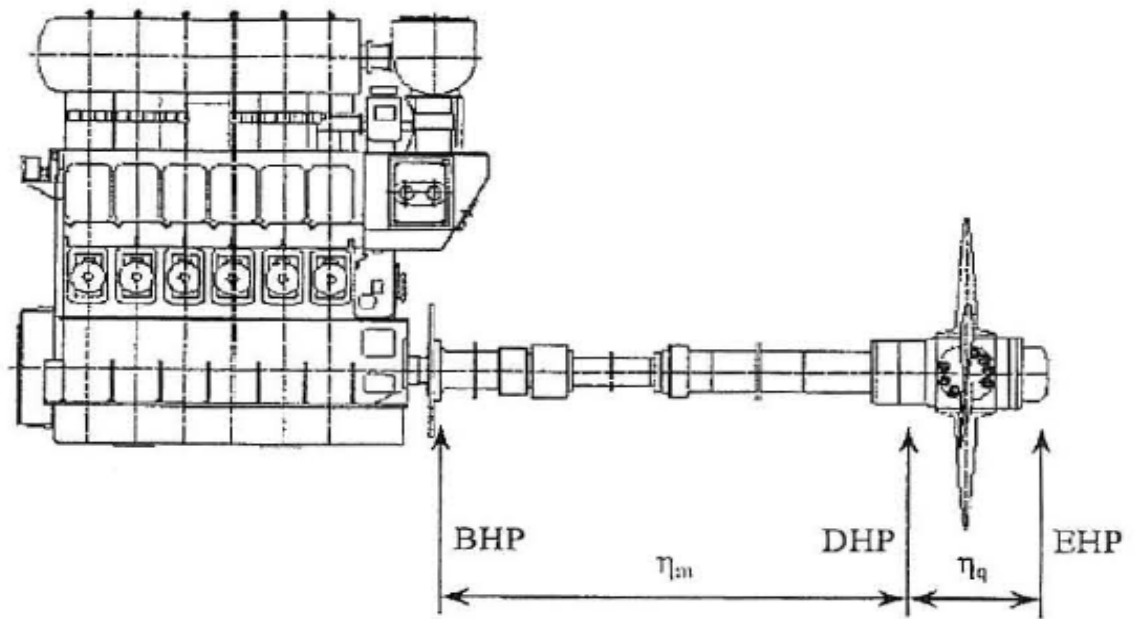
- $BHP$  . Potencia al freno entregada por el motor al eje.
- $DHP$  . Potencia entregada por la línea de ejes a la hélice.
- $EHP$  . Potencia efectiva desarrollada por la hélice.
- $t$  . Coeficiente de succión.
- $w$  . Coeficiente de estela.
- $\eta_h$  . Rendimiento del casco.
- $\eta_m$  . Rendimiento mecánico de la línea de ejes.
- $\eta_o$  . Rendimiento del propulsor en aguas libres.
- $\eta_{rr}$  . Rendimiento rotativo relativo de la hélice.
- $\eta_q$  . Rendimiento cuasipropulsivo.
- $\eta_p$  . Rendimiento propulsivo.

Las relaciones entre los distintos coeficientes propulsivos son:

$$\eta_h = \frac{1-t}{1-w}$$

$$\eta_q = \eta_h \times \eta_o \times \eta_{rr}$$

$$\eta_p = \eta_q \times \eta_m$$



Esquema de potencias y rendimientos

Para la evaluación de la potencia que deberá desarrollar el motor propulsor se lleva a cabo a través de su relación con la potencia efectiva (EHP) y los distintos rendimientos.

Estos componentes se estiman a partir de los requerimientos de proyecto, diversas fórmulas empíricas y las series sistemáticas de propulsores.

### 2.3.2. Cálculos de Rendimientos

#### 2.3.2.1. Rendimiento del casco

$$\eta_H = \frac{1-w}{1-t}$$

Se estimarán de acuerdo a las expresiones propuestas por el método de Holtrop.

#### 2.3.2.2. Rendimiento rotativo relativo

De acuerdo a las expresiones de Holtrop & Meneen, el  $\eta_{rr}$  depende del coeficiente prismático, de la posición longitudinal del centro de carena y de la relación área disco del propulsor ( $A_e/A_o$ ).

$$\eta_{rr} = 0.9922 - 0.058 \cdot \left( \frac{A_e}{A_o} \right) + 0.07424 \cdot (C_p - 0.0225 \cdot x_b)$$

Todos éstos parámetros son conocidos al tener ya dimensionado el buque, excepto la relación  $A_e/A_o$ .

### 2.3.2.3. Rendimiento del propulsor en aguas libres

Este parámetro se define como el cociente entre la potencia útil desarrollada por el propulsor en aguas libres, y la potencia que se le entrega en esas mismas condiciones. Una de las expresiones que se pueden utilizar para calcular este rendimiento es:

$$\eta_0 = \frac{K_T}{K_Q} \times \frac{J}{2 \times \pi}$$

Donde:

- $J$ , es el grado de avance del propulsor.  $J = \frac{V_a}{N \times D_p}$
- $V_a$ , velocidad relativa del propulsor.  $V_a = V \times (1 - w)$
- $N$ , revoluciones por segundo del propulsor.
- $D_p$ , diámetro del propulsor.
- $K_T$ , coeficiente de empuje (adimensionalización del empuje de la hélice).

$$K_T = \frac{T}{\rho \times N^2 \times D_p^4}$$

- $K_Q$ , coeficiente de par (adimensionalización del par absorbido por la hélice).

$$K_Q = \frac{Q}{\rho \times N^2 \times D_p^5}$$

Se calcula una vez conocidos  $K_T$  y  $K_Q$  el rendimiento propulsivo,  $\eta_p$ :

$$\eta_p = \eta_0 \times \frac{(1-t)}{(1-w)} \times \eta_{rr} \times \eta_m$$

### 3.- DISEÑO DEL PROPULSOR ÓPTIMO

#### 3.1. Cálculo del Propulsor óptimo

El propulsor óptimo se diseñará para la velocidad de servicio. Para obtener el propulsor óptimo se hará un cálculo iterativo (variando el número de revoluciones para cada Di) para hélice de cuatro palas (Z=4) y de cinco palas (Z=5). Seguidamente se mostrará el método que se aplicará.

De los datos del método de predicción de potencia (apartado anterior), se tomarán la resistencia al avance y la potencia de remolque (potencia que debe entregar la hélice). Y se procederá según los pasos que se describen:

a) Se toma un Z (número de palas).

b) Se toma un diámetro (este diámetro dependerá del huelgo máximo que entra según la normativa), aunque en sucesivas iteraciones el diámetro tendrá que decrecer, para éste diámetro se tomará una serie de revoluciones.

Es de gran importancia la posición relativa de la hélice con respecto al timón y al codaste, pues de ello depende que la vena fluida tenga las características hidrodinámicas adecuadas. Pequeños huelgos entre la hélice y el casco del buque pueden dar lugar a fuertes vibraciones y problemas de cavitación.

La sociedad de clasificación establecida para el buque proyecto por especificaciones de proyecto, Bureau Veritas, no establece unas recomendaciones respecto a los huelgos que hay entre timón, hélice y casco. Se realiza un cálculo de las recomendaciones mínimas sobre dichos huelgos para un buque de una hélice (caso del buque proyecto) según la Lloyd's Register of Shipping.

**Table 6.7.5 Recommended propeller/hull clearances**

Number of blades	Hull clearances for single screw, in metres, see Fig. 6.7.7(a)				Hull clearances for twin screw, in metres, see Fig. 6.7.7(b)	
	a	b	c	d	e	f
3	1,20Kδ	1,80Kδ	0,12δ	0,03δ	1,20Kδ	1,20Kδ
4	1,00Kδ	1,50Kδ	0,12δ	0,03δ	1,00Kδ	1,20Kδ
5	0,85Kδ	1,275Kδ	0,12δ	0,03δ	0,85Kδ	0,85Kδ
6	0,75Kδ	1,125Kδ	0,12δ	0,03δ	0,75Kδ	0,75Kδ
Minimum value	0,10δ	0,15δ	t <sub>R</sub>	—	3 and 4 blades, 0,20δ 5 and 6 blades, 0,16δ	0,15δ
Symbols						
L as defined in 1.4.1 C <sub>b</sub> = moulded block coefficient at load draught $K = \left(0,1 + \frac{L}{3050}\right) \left(\frac{3,48C_b P}{L^2} + 0,3\right)$ $\left(K = \left(0,1 + \frac{L}{3050}\right) \left(\frac{2,56C_b P}{L^2} + 0,3\right)\right)$						
t <sub>R</sub> = thickness of rudder, in metres, measured at 0,7R <sub>p</sub> above the shaft centreline P = designed power on one shaft, in kW (shp) R <sub>p</sub> = propeller radius, in metres δ = propeller diameter, in metres						
NOTE The above recommended minimum clearances also apply to semi-spade type rudders.						

+



c) Se calcula el coeficiente de estela ( $w$ ) y el coeficiente de succión ( $t$ ) para esos valores.

Para su cálculo se utilizan las siguientes expresiones:

$$w = C_9 \times C_{20} \times \frac{L_{Fl}}{T_{pp}} \times \left( 0,050776 + 0,93405 \times C_{11} \times \frac{C_v}{(1 - C_{p1})} \right) + 0,27915 \times C_{20} \times \sqrt{\frac{B}{L_{Fl} \times (1 - C_{p1})}} + C_{19} \times C_{20}$$

Donde:

$$C_8 = B \times \frac{S}{L_{Fl} \times D_p \times T_{pp}}$$

$$C_9 = C_8$$

$$C_{11} = \frac{T_{pp}}{D_p}$$

$$C_{19} = \frac{0,18567}{1,3571 - C_M} - 0,71276 + 0,38648 \times C_p$$

$$C_{20} = 1$$

$$C_{p1} = 1,45 \times C_p - 0,315 - 0,0225 \times X_B$$

$$C_v = (1 + k) \times C_F + CA$$

$$t = \frac{0,25014 \times \left( \frac{B}{L_{Fl}} \right)^{0,28956} \times \left( \frac{\sqrt{B \times T}}{D_p} \right)^{0,2624}}{(1 - C_p + 0,0225 \times X_B)^{0,01762}}$$

d) Se calcula  $A_d/A_o$  por la fórmula del criterio de Keller, con los datos disponibles para tener una orientación respecto a la serie sistemática que se va a tomar:

$$\left( \frac{A_d}{A_o} \right)_{\min} = \frac{(1,3 + 0,3 \times Z) \times T}{(1026 \times h + 10100) \times D_p^2} + 0,2$$

e) Para cada revolución (Ni) se procede según lo siguiente:

1. Se calcula  $\delta_1$ :

$$\delta_1 = \frac{ND}{V_A}$$

N: rpm;

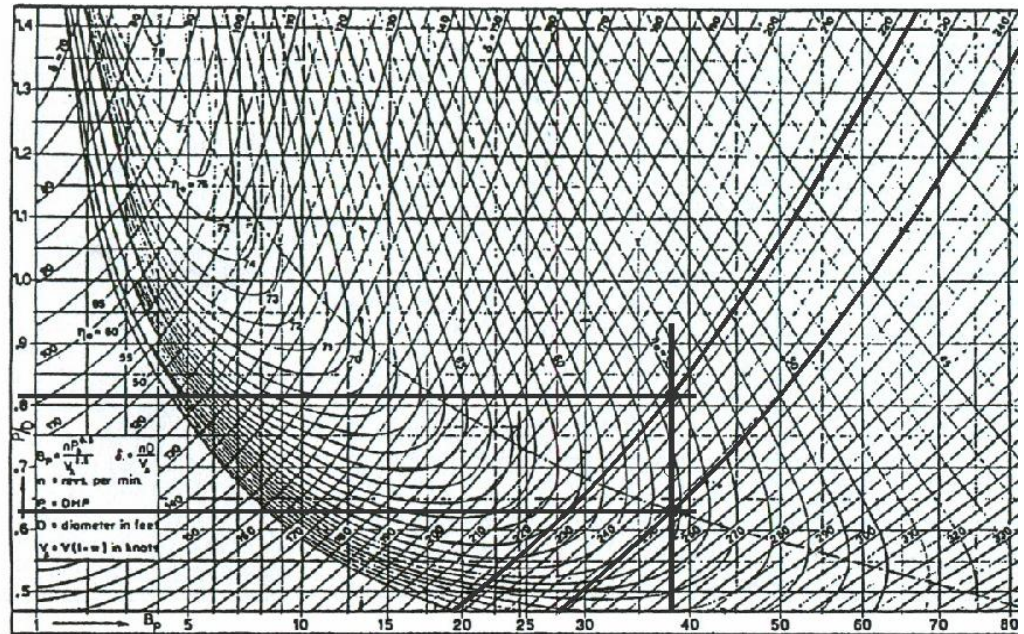
D: diámetro en pies;

$V_A = V(1-w)$  en Kn;

2. Se calcula  $\delta_0$ :

$$\delta_0 = \frac{\delta_1}{0,96}$$

3. Se toma la gráfica correspondiente a la serie sistemática elegida en el apartado d). Se obtiene el punto de intersección entre  $\delta_0$  y la curva de máximo rendimiento de la gráfica anteriormente mencionada. Desde ese punto intersección se traza una vertical (parámetro Bp constante) hasta la intersección con  $\delta_1$ . Este segundo punto nos dará: Bp, H, D (relación paso-diámetro) y  $\eta_0$  (rendimiento de la hélice).



4. Se calcula DHP, despejando este valor de la siguiente expresión:

$$B_p = \frac{N \times \sqrt{DHP}}{V_A}$$

5. Se calcula  $T$  a través de la siguiente expresión:

$$T = \frac{DHP \times 75 \times \eta_0}{V \times (1 - w)}$$

6. Se estudia la relación área-disco para ver si se está en condición de cavitación o no, por la fórmula del criterio de Keller:

$$\left( \frac{A_D}{A_0} \right)_{\min} = \frac{(1,3 + 0,3 \times Z) \times T}{(1026 \times h + 10100) \times D_p^2} + 0,2$$

Con  $h$ , la inmersión del eje de la hélice. Hay que destacar que el valor máximo es 8, ya que en nuestro buque sobrepasa los 8 m (8,10 m).

7. Se calcula la potencia que entrega la hélice para los parámetros elegidos ( $Z$ ,  $D$  y  $N$ ) según la siguiente fórmula:

$$\boxed{EHP \text{ (Kw)} = V \text{ (m/s)} \times R_T \text{ (KN)}}$$

El proceso consiste en calcular todo lo comentado anteriormente para cada  $D_i$ ; es decir, se itera con  $N$  (revoluciones) todo el proceso para cada  $D$  (diámetro).

Posteriormente se elige las revoluciones óptimas para cada  $D$ , y dentro de estas posibles hélices se elige la más óptima.

Si se vuelve todo el proceso desde el apartado a), pero variando  $Z$  (número de palas) se obtendrá la hélice más óptima para el nuevo  $Z$ .

### 3.1.1. Hélices de 4 palas ( $Z=4$ ).

Se sabe que el diámetro máximo admisible para el buque que se está diseñando es de  $D_{\max}=6,9\text{m}$ . Se aplica el método de cálculo descrito anteriormente, se obtiene lo siguiente:

**Para  $D = 6,9 \text{ m}$ :**

B4.55											
n (rpm)	Bp	$\delta_1$	$\delta_0$	$\eta_0$	H/D	DHP (CV)	T (kg-f)	EHP (Kw)	(Ad/A0)min	KELLER	Da la Potencia?
81	17.75	165.38	172.27	0.637	0.884	8047.21	85103.64	4916.51	0.44	SI	NO
82	18.50	167.42	174.39	0.634	0.875	8529.71	89781.54	5186.76	0.46	SI	SI
83	19.25	169.46	176.52	0.631	0.865	9014.13	94431.45	5455.39	0.47	SI	SI
84	20.00	171.50	178.65	0.628	0.855	9499.92	99047.40	5722.05	0.48	SI	SI
85	20.75	173.54	180.77	0.625	0.846	9986.59	103624.01	5986.45	0.50	SI	SI
86	21.50	175.58	182.90	0.622	0.837	10473.67	108156.45	6248.29	0.51	SI	SI
87	22.25	177.63	185.03	0.619	0.828	10960.75	112640.40	6507.33	0.52	SI	SI
88	23.00	179.67	187.15	0.616	0.819	11447.46	117072.01	6763.35	0.54	SI	SI
89	23.75	181.71	189.28	0.613	0.81	11933.45	121447.82	7016.14	0.55	SI	SI
90	24.50	183.75	191.41	0.61	0.8	12418.40	125764.77	7265.54	0.56	NO	SI

Como se puede observar en la tabla anterior se ve que para N=82 es la óptima para D=6,9 m.

**Para D = 6,8 m:**

B4.55											
n (rpm)	Bp	$\delta 1$	$\delta 0$	$\eta 0$	H/D	DHP (CV)	T (kg-f)	EHP (Kw)	(Ad/A0)min	KELLER	Da la Potencia?
83	18.50	167.00	173.96	0.634	0.875	8325.42	87631.16	5057.73	0.46	SI	NO
84	19.25	169.01	176.06	0.631	0.865	8800.79	92196.47	5321.23	0.47	SI	SI
85	20.00	171.03	178.15	0.628	0.855	9277.71	96730.58	5582.92	0.49	SI	SI
86	20.75	173.04	180.25	0.625	0.846	9755.69	101228.16	5842.50	0.50	SI	SI
87	21.50	175.05	182.34	0.622	0.837	10234.28	105684.38	6099.70	0.51	SI	SI
88	22.25	177.06	184.44	0.619	0.828	10713.06	110094.94	6354.26	0.53	SI	SI
89	23.00	179.07	186.54	0.616	0.819	11191.66	114455.95	6605.96	0.54	SI	SI
90	23.75	181.09	188.63	0.613	0.81	11669.73	118763.97	6854.60	0.55	NO	SI

Como se puede observar en la tabla anterior se ve que para N=84 es la óptima para D=6,8 m.

**Para D = 6,7 m:**

B4.55											
n (rpm)	Bp	$\delta 1$	$\delta 0$	$\eta 0$	H/D	DHP (CV)	T (kg-f)	EHP (Kw)	(Ad/A0)min	KELLER	Da la Potencia?
86	19.25	170.49	177.60	0.631	0.865	8396.21	87958.12	5071.70	0.47	SI	NO
87	20.00	172.48	179.66	0.628	0.855	8856.05	92334.32	5324.04	0.48	SI	SI
88	20.75	174.46	181.73	0.625	0.846	9317.29	96679.17	5574.56	0.49	SI	SI
89	21.50	176.44	183.79	0.622	0.837	9779.48	100987.89	5823.01	0.51	SI	SI
90	22.25	178.42	185.86	0.619	0.828	10242.21	105256.20	6069.12	0.52	SI	SI
91	23.00	180.41	187.92	0.616	0.819	10705.12	109480.21	6312.68	0.53	SI	SI
92	23.75	182.39	189.99	0.613	0.81	11167.87	113656.44	6553.48	0.55	SI	SI
93	24.50	184.37	192.05	0.61	0.8	11630.14	117781.78	6791.35	0.56	NO	SI

Como se puede observar en la tabla anterior se ve que para N=87 es la óptima para D=6,7 m.

**Para D = 6,6 m:**

B4.55											
n (rpm)	Bp	$\delta 1$	$\delta 0$	$\eta 0$	H/D	DHP (CV)	T (kg-f)	EHP (Kw)	(Ad/A0)min	KELLER	Da la Potencia?
87	19.25	169.90	176.98	0.631	0.865	8204.30	85947.72	4950.90	0.47	SI	NO
88	20.00	171.86	179.02	0.628	0.855	8655.92	90247.73	5198.60	0.48	SI	SI
89	20.75	173.81	181.05	0.625	0.846	9109.09	94518.81	5444.63	0.50	SI	SI
90	21.50	175.76	183.08	0.622	0.837	9563.36	98756.19	5688.72	0.51	SI	SI
91	22.25	177.71	185.12	0.619	0.828	10018.34	102955.59	5930.62	0.52	SI	SI
92	23.00	179.67	187.15	0.616	0.819	10473.67	107113.14	6170.11	0.54	SI	SI
93	23.75	181.62	189.19	0.613	0.81	10928.99	111225.36	6406.99	0.55	SI	SI
94	24.50	183.57	191.22	0.61	0.8	11384.01	115289.12	6641.07	0.56	NO	SI

Como se puede observar en la tabla anterior se ve que para  $N=88$  es la óptima para  $D=6,6$  m.

Como resumen para  $Z=4$  y la serie 4.55 se tiene la siguiente tabla que nos da las hélices óptimas para cada diámetro. Los rendimientos de las hélices se han calculado para las condiciones establecidas, a través de los polinomios de Oosterveld y Van Oostanen que se ajustan fielmente a las expresiones de  $K_T$  y  $K_Q$  de los propulsores de la serie B del Canal de Wageningen, recogidos en las conclusiones de la ITTC de 1978. Esto es porque se ajusta la hélice al empuje requerido y no al que se obtenía en cada tabla.

$$\begin{aligned} K_T &= \sum_{s,t,u,v} C_{s,t,u,v}^T \cdot (J)^s \cdot (P/D)^t \cdot (A_E/A_O)^u \cdot (z^v) \\ K_Q &= \sum_{s,t,u,v} C_{s,t,u,v}^Q \cdot (J)^s \cdot (P/D)^t \cdot (A_E/A_O)^u \cdot (z^v) \end{aligned}$$

B4.55														
D (m)	n (rpm)	w	t	J	$K_T$	$K_Q$	$\eta_0$	H/D	DHP (CV)	T (kg-f)	EHP (Kw)	(Ad/A0)min	$\eta_p$	BHP (Kw)
6.9	82	0.208	0.198	0.605	0.163	0.025	0.634	0.875	8529.71	89781.54	5186.76	0.46	0.649	7988.43
6.8	84	0.208	0.199	0.599	0.160	0.024	0.631	0.865	8800.79	92196.47	5321.23	0.47	0.647	8218.85
6.7	87	0.208	0.199	0.587	0.161	0.024	0.628	0.855	8856.05	92334.32	5324.04	0.48	0.642	8289.30
6.6	88	0.208	0.200	0.589	0.160	0.024	0.628	0.855	8655.92	90247.73	5198.60	0.48	0.643	8091.10

De igual manera, como resumen, para  $Z=4$  y la serie 4.70 se tiene la siguiente tabla, que nos da las hélices óptimas para cada diámetro.

B4.70														
D (m)	n (rpm)	w	t	J	$K_T$	$K_Q$	$\eta_0$	H/D	DHP (CV)	T (kg-f)	EHP (Kw)	(Ad/A0)min	$\eta_p$	BHP (Kw)
6.9	80	0.208	0.198	0.620	0.194	0.031	0.608	0.956	8961.53	91499.90	5286.03	0.46	0.623	8483.91
6.8	81	0.208	0.199	0.621	0.193	0.031	0.609	0.956	8741.62	89254.59	5156.31	0.46	0.623	8272.45
6.7	88	0.208	0.199	0.580	0.207	0.033	0.583	0.945	9094.13	91947.87	5311.91	0.48	0.597	8902.13
6.6	85	0.208	0.200	0.610	0.195	0.031	0.603	0.95	8819.62	89611.72	5161.96	0.48	0.616	8374.37

### 2.1.2. Hélices de 5 palas (Z=5).

Para las hélices de 5 palas se realizó teniendo en cuenta las series 5.60 y 5.75.

De igual manera, como resumen, para  $Z=5$  y la serie 5.60 se tiene la siguiente tabla, que nos da las hélices óptimas para cada diámetro.

B5.60														
D (m)	n (rpm)	w	t	J	$K_T$	$K_Q$	$\eta_0$	H/D	DHP (CV)	T (kg-f)	EHP (Kw)	(Ad/A0)min	$\eta_p$	BHP (Kw)
6.9	77	0.208	0.198	0.644	0.139	0.024	0.633	0.92	8655.92	90535.15	5230.29	0.46	0.653	8015.40
6.8	81	0.208	0.199	0.621	0.178	0.028	0.624	0.9	8741.62	90705.88	5240.16	0.46	0.642	8156.51
6.7	89	0.208	0.199	0.574	0.168	0.025	0.607	0.84	9779.48	99526.65	5749.74	0.50	0.625	9200.35
6.6	90	0.208	0.200	0.576	0.167	0.025	0.608	0.84	9563.36	97327.24	5622.68	0.51	0.625	8993.46

De igual manera, como resumen, para  $Z=5$  y la serie 5.75 se tiene la siguiente tabla, que nos da las hélices óptimas para cada diámetro.

B5.75														
D (m)	n (rpm)	w	t	J	$K_T$	$K_Q$	$\eta_0$	H/D	DHP (CV)	T (kg-f)	EHP (Kw)	(Ad/A0)min	$\eta_p$	BHP (Kw)
6.9	74	0.208	0.198	0.670	0.178	0.030	0.641	0.95	8331.50	89078.39	5146.13	0.46	0.656	7849.69
6.8	76	0.208	0.199	0.662	0.174	0.029	0.639	0.935	8384.73	89369.17	5162.93	0.46	0.653	7909.83
6.7	84	0.208	0.199	0.608	0.157	0.024	0.622	0.855	8573.68	90244.33	5213.49	0.47	0.635	8205.59
6.6	88	0.208	0.200	0.589	0.150	0.023	0.615	0.825	8655.92	90535.15	5230.29	0.48	0.627	8336.13

### 3.2. Propulsor Definitivo

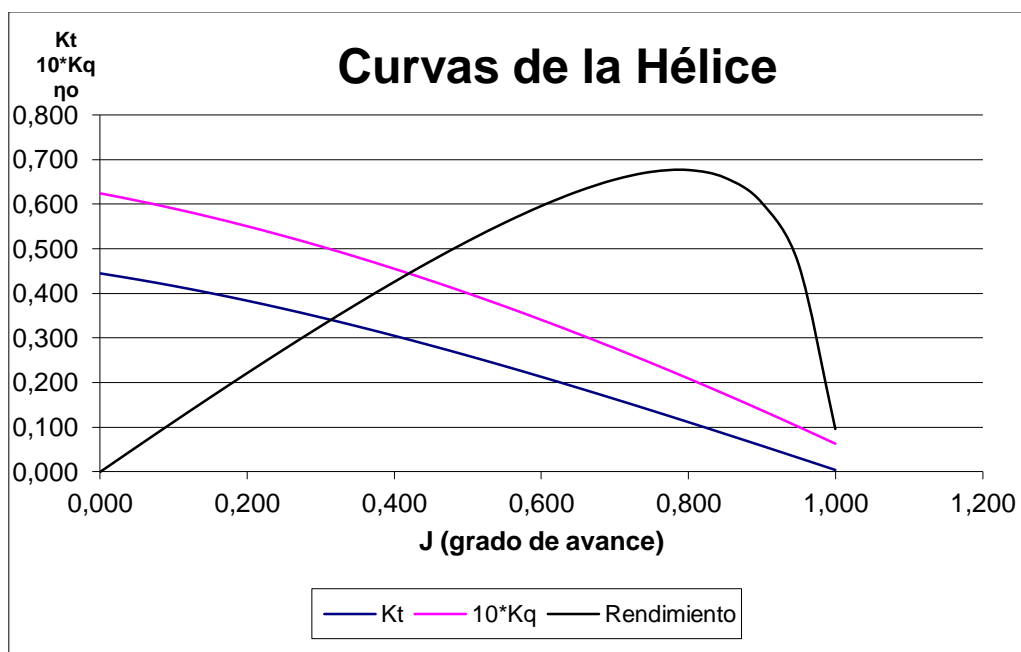
Tras los resultados anteriores se elegirá la hélice de mayor rendimiento, es decir la resaltada en la tabla de la serie B5.75 de hélice de cinco palas. Seguidamente se presentarán los datos principales de la hélice:

Z	$\eta_0$	D (m)	H/D	(Ae/A0)min	N (rpm)
5	0.644	6.9	0.95	0.46	74

Con un punto de trabajo óptimo de:

J	$K_T$	$K_Q$	$\eta_0$
0.67	0.178	0.030	0,641

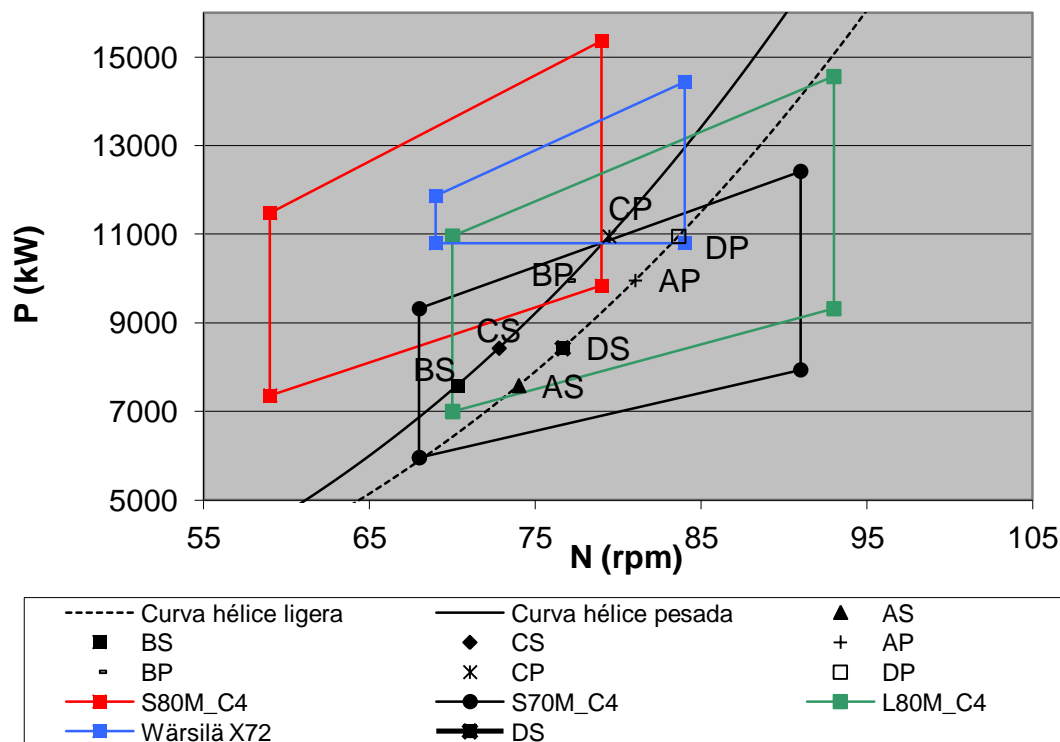
Con la ayuda del polinomio que permite dibujar las curvas de la hélice  $K_T$ ,  $K_Q$  y rendimiento  $\eta_0$  se presenta la siguiente figura, que representa las curvas anteriormente mencionada frente a las J (grado de avance):



Con ésta hélice habrá que comprobar que existirá algún motor que le sirva (sobre todo por las revoluciones).

Si representamos la curva de la hélice (la de máximo rendimiento, Potencia-revoluciones) y los motores comerciales que podrían valer (S80M\_C4, S70M\_C4 y L80M\_C4 del fabricante MAN-B&W; y X72 del fabricante Wärtsilä):

### SELECCIÓN DE MOTOR



El significado de los acrónimos que aparecen en la gráfica es el siguiente:

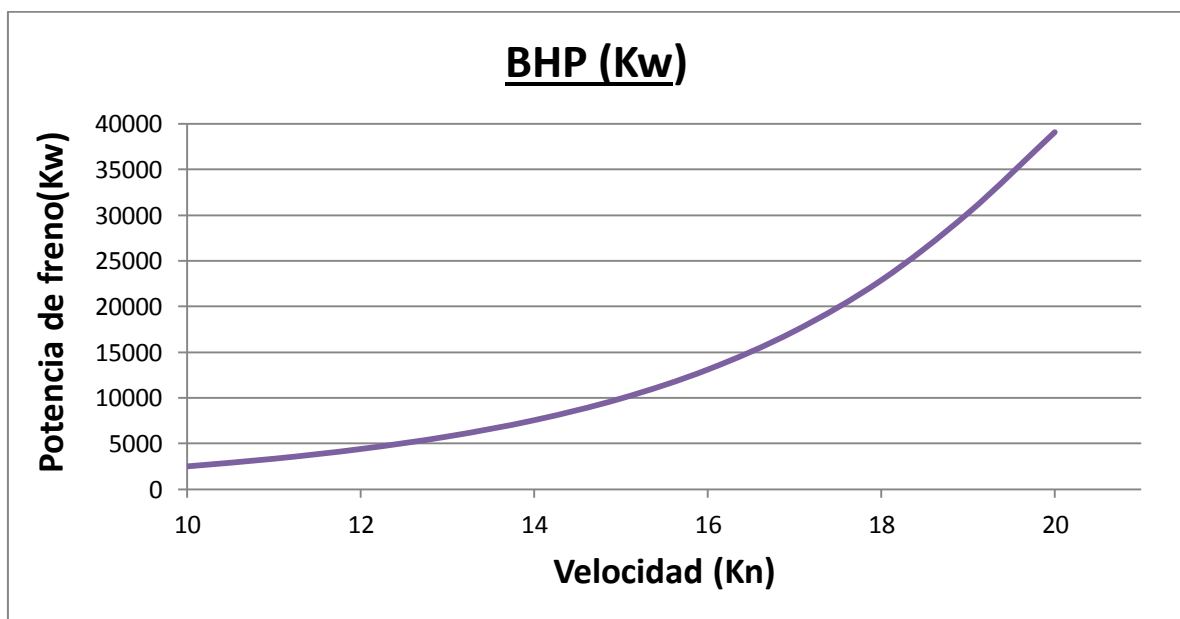
- AS=Punto de diseño hélice ligera (servicio).
- BS=Punto de diseño hélice pesada (servicio).
- DS=Punto de funcionamiento hélice ligera 10% margen de mar (servicio).
- CS=Punto de funcionamiento hélice pesada 10% margen de mar (servicio).
- AP=Punto de diseño hélice ligera (pruebas).
- BP=Punto de diseño hélice pesada (pruebas).
- DP=Punto de diseño hélice ligera 10% margen de mar y 100% MCR (pruebas).
- CP=Punto de diseño hélice pesada 10% margen de mar y 100% MCR (pruebas).

Del gráfico anterior, se acepta la hélice calculada como definitiva. Además, del gráfico anterior, cabe mencionar que el motor más adecuado para el funcionamiento de la hélice escogida es el "L80M\_C4" de MAN-B&W. Cabe decir que el cálculo de la hélice se hizo para hélice ligera; por esto, en las gráficas anteriores se ha tenido en cuenta las consideraciones para la hélice pesada (5% de margen en las revoluciones, hacia la izquierda). Este margen se ha tomado en consonancia con las especificaciones de los motores reseñados en el gráfico anterior.



Teniendo la hélice definida, se puede dar la curva BHP (potencia en el freno en KW) respecto a la velocidad. Seguidamente se presenta la tabla y la gráfica correspondiente a la relación BHP(Kw)-V(Kn):

V (Kn)	EHP (CV)	EHP (Kw)	BHP (CV)	BHP (Kw)
10	2257.0	1658.9	3440.5	2528.8
11	3003.0	2207.2	4577.7	3364.6
12	3953.0	2905.5	6025.9	4429.1
13	5172.0	3801.4	7884.1	5794.8
14	6769.0	4975.2	10318.6	7584.1
15	8886.0	6531.2	13545.7	9956.1
16	11710.0	8606.9	17850.6	13120.3
17	15469.0	11369.7	23580.8	17331.9
18	20435.0	15019.7	31150.9	22895.9
19	26986.0	19834.7	41137.2	30235.8
20	34904.0	25654.4	53207.3	39107.3





## 4.- DISEÑO DEL TIMÓN

Para realizar el cálculo del timón se ha utilizado la tesis doctoral "Análisis del comportamiento del buque bajo la acción del timón. Aspectos hidrodinámicos y de proyecto" de D. Antonio Baquero. Comenzaremos calculando las dimensiones del timón y a continuación comprobaremos que cumple todos los criterios hidrodinámicos.

### 4.1. Dimensiones del Timón

Comenzaremos calculando el área del timón. Para lo cual debemos tener en cuenta los siguientes criterios:

- Saunders: para Bulkcarriers la relación  $\frac{A_r}{LT}(\%)$  debe estar entre 1,7 y 2,1.
- Norske Veritas: para Bulkcarriers la relación  $\frac{A_r}{LT}(\%) = 1 + 50 \left( \frac{C_B \cdot B}{L} \right)^2$ , en nuestro caso  $\frac{A_r}{LT}(\%) = 1,802\%$
- Gráficos de Murahashi y Yamada: Calculamos la relación  $\frac{A_r}{LT}(\%)$  entrando en sus gráficas, para utilizarlas calculamos los números:

$$\begin{aligned} \blacksquare P &= C_B \frac{B}{T} = 2,035 \\ \blacksquare K &= \frac{2T}{T} = 0,1245 \end{aligned}$$

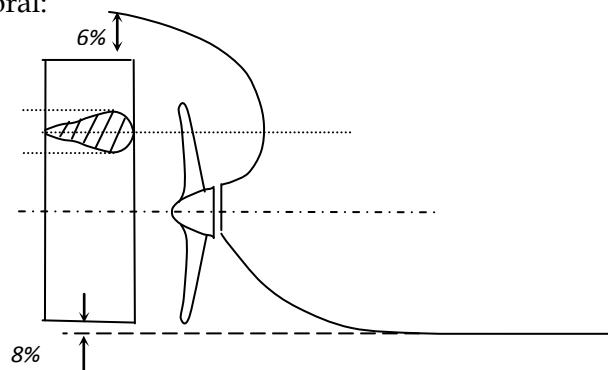
Entrando en la gráfica obtenemos un valor de  $\frac{A_r}{LT}(\%) = 1,75\%$ .

Con los dos valores calculados, 1,802% y 1,75% y comprobando que entran dentro del intervalo dado por Saunders, realizamos la media aritmética, obteniendo un valor de 1,776% con el cual calculamos el área del timón:

$$\frac{A_r}{LT}(\%) = 1,776\% \rightarrow A_r = 42,135 \text{ m}^2$$

El timón se diseña de tal forma que su área es la menor posible, para obtener una menor fuerza sobre la mecha, un menor peso de timón y mayores huelgos en el codaste.

Calcularemos las principales características del timón partiendo del tamaño del vano del codaste. Tomaremos los valores del timón aconsejados por D. Antonio Baquero en su tesis doctoral:



- Altura del timón,  $h$ : Siendo  $H=9,84$  m la altura del vano del codaste, la distancia mínima entre el canto alto del timón y la bovedilla debe ser de un 6% de  $H$ , y la que hay entre el canto bajo del timón y la línea de base debe ser de un 8%  $H$ . Por tanto:

$$h_{m\acute{a}x} = H - 14\%H \Rightarrow h_{m\acute{a}x} = 8,462 \text{ m}$$

- Cuerda,  $C$ : La cuerda del timón se relaciona con el área y altura de la siguiente manera:

$$A_r = C \cdot h \rightarrow C = 4,979 \text{ m}$$

- Relación altura/cuerda,  $\lambda = \frac{h}{C}$ : Debe estar entre 1,4 y 2. El límite inferior condiciona el máximo valor del par en la mecha, y el superior el que no se produzca desprendimiento de flujo. Nuestro valor es igual a  $\lambda = 1,7$ .
- Relación espesor/cuerda,  $E = \frac{t}{C}$ : Debe estar entre 0,15 y 0,23, de manera que el ángulo de desprendimiento  $\delta_d$  sea mayor de  $35^\circ$ . Viene fijado para evitar bloqueo del flujo de salida de la hélice, lo que origina un mal funcionamiento de ésta. En nuestro caso tomaremos un valor de  $E = 0,20$ , elegido después de iterar los diferentes resultados para todas las características de maniobrabilidad.

$E$	$\delta_d$
0,15	31,66
0,16	32,75
0,17	33,83
0,18	34,91
0,19	35,99
0,20	37,07
0,21	38,15
0,22	39,23
0,23	40,31

- Ángulo de desprendimiento: Se debe evitar que en la zona de trabajo del timón ( $\pm 35^\circ$ ) se produzcan fenómenos de desprendimiento de flujo, con las consecuencias de aumento del par en la mecha y la notable pérdida de efectividad de maniobra que se genera. Por tanto este ángulo debe ser mayor que  $35^\circ$ , y está dado por:

$$\delta_d = 7,11 \times (1 + 7 \times E) \times \left(1 + \frac{1,25}{\Gamma_{ac}}\right) \times \left(1 + 0,048 \times \sqrt{\ln\left(1 + \frac{8}{\Gamma_{ac}} \times \frac{K_T}{J^2}\right)}\right) \times \frac{h_{m\acute{a}x}}{D_p}$$

Resumiendo, nuestro timón tendrá las siguientes características:

PARÁMETROS DEL TIMÓN	
Altura del Timón (h)	8,462
Cuerda del Timón (c)	4,979
Espesor del Timón (t)	0,946
Relación de Alargamiento ( $\lambda$ )	1,700
Relación de Espesor (t/c)	0,20
Relación trapezoidal	1
Área del Timón (m <sup>2</sup> )	42,135
Relación de compensación	0,25

#### 4.2. Facilidad de Evolución

La facilidad de evolución es un parámetro que mide la relación existente entre el diámetro de giro y la eslora del buque. Así cuanto más pequeño sea, menor será el diámetro de evolución y por lo tanto el buque tendrá mejor maniobrabilidad.

El autor de la tesis propone como criterios mínimos de aceptabilidad los siguientes:

$$\frac{D_g}{L_{PP}} \leq 3,2 \quad \text{para } C_b=0,80$$

$$\frac{D_g}{L_{PP}} \leq 4,2 \quad \text{para } C_b=0,60$$

Donde  $D_g$  es el diámetro de giro que será nuestro objeto de cálculo.

El buque proyecto tiene un coeficiente de bloque igual a 0,850, por lo que extrapolando con ese valor se obtiene su mínimo de aceptabilidad de la facilidad de evolución, que es igual a **2,95**.

Un primer valor a calcular es la Fuerza Tangencial sobre el timón, que es perpendicular al plano de crujía del buque. Calcularemos su valor en función del ángulo del trabajo del timón. Su evaluación puede realizarse con ayuda de la siguiente expresión:

$$\frac{F_t}{\delta} = \frac{1}{2} \cdot \frac{C_{FT}}{\delta} \cdot \rho \cdot A_r \cdot V_A^2$$

Donde  $\delta$  es el ángulo del trabajo del timón,  $\rho$  es la densidad del agua de mar,  $A_r$  es el área del timón y  $V_A$  es el valor de la velocidad del flujo (en ms<sup>-1</sup>), y el valor del coeficiente adimensional es igual a:

$$\frac{C_{FT}}{\delta} = \frac{2 \cdot \pi \cdot L}{2,55 + L} \cdot (1 - 0,35 \cdot E) \cdot \left(1 + \frac{8}{\pi} \cdot \frac{K_T}{J^2} \cdot \frac{D}{h}\right) \cdot \frac{C_b + 0,3}{1 + 1,214 \cdot \left(1 - e^{-0,3 \cdot \frac{K_T}{J^2}}\right)}$$

$$\frac{C_{FT}}{\delta} = 3,573$$

donde D/h es la relación entre el diámetro de la hélice y la altura del timón. El resto de parámetros incluidos en la expresión anterior son conocidos y han sido calculados con anterioridad.

La fuerza tangencial será igual a:

$$\frac{F_t}{\delta} = 255745,9 \text{ kg} / \text{rad}$$

Seguidamente se calculará el valor de la Fuerza Normal que es perpendicular al plano de simetría del timón y, por ello, la responsable del par que se produce en la mecha. Su valor condiciona el dimensionamiento del servomotor y puede ser calculado a partir de la fuerza tangencial con ayuda de la siguiente expresión:

$$\frac{F_N}{\delta} = \frac{\frac{F_T}{\delta}}{c} = 284193,6 \text{ kg} / \text{rad}$$

donde el valor de c varía en función del ángulo de trabajo del timón que para 35° es igual a:

$$c = 1 - 0,00286 \cdot \delta(35^\circ) = 0,8999$$

El cálculo de la facilidad de evolución se realiza con las fórmulas que se muestran a continuación para un ángulo de trabajo del timón de 35°:

$$D_g = \frac{D}{L_{PP}} \cdot \text{sen}(35) \cdot \cos(35)$$

$$D_g = 0,024 \cdot \frac{L_{PP}}{B} \cdot \frac{1}{C_b^2} \cdot \frac{M \cdot V^2}{\frac{F_N}{\delta} \cdot L_{PP}} \cdot \left(1 + 25 \cdot \frac{T_{PP} - T_{PR}}{L_{PP}}\right) \bigg|_{\delta=35^\circ} = 1,276$$

donde M es la masa del buque en kg cuyo es 6136392,1 kg y V es la velocidad del buque en ms<sup>-1</sup>.

$$\frac{D}{L_{PP}} = 2,716 < 2,95$$

A la vista del resultado obtenido se demuestra que el buque de proyecto también **cumple** con el criterio de **FACILIDAD DE EVOLUCIÓN**.

### 4.3. Estabilidad en Ruta

La estabilidad en ruta es la característica de maniobrabilidad que mayor importancia tiene en buques con alto coeficiente de bloque como es el caso del buque que nos ocupa. Esta cualidad se mide por el ancho del ciclo de histéresis. Para ello se utiliza el criterio de Gertler que considera que el valor de la anchura máxima del ciclo deberá ser de 4°. La expresión del criterio anterior es la siguiente:

$$a = 18,12 - \frac{46,43}{T_m}$$

donde  $a$  es el ancho del ciclo de histéresis en grados y " $T_m$ " es el índice de Nomoto.

Operando en la expresión anterior se obtiene que como " $a$ " no pueda ser mayor de 4°, esta condición es equivalente a la siguiente:

$$\frac{1}{T_m} \geq 0.305$$

Conocido pues el índice de Nomoto podrá realizarse la valoración de esta propiedad de maniobrabilidad del buque de proyecto con el timón diseñado.

Se muestran a continuación una serie de cálculos previos para poder obtener dicho índice. Los valores de las expresiones son perfectamente conocidos y en los cálculos que siguen a continuación se supondrá que el buque tiene trimado nulo (TPP = TPR):

$$F = \frac{C_{FT}}{\theta} \cdot (1-w)^2 \cdot \frac{A_R}{L_{PP} \cdot T} \cdot \frac{L_{PP}}{B} \cdot \frac{1}{C_b^2} \cdot \left( 1 + 25 \cdot \frac{T_{PP} - T_{PR}}{L_{PP}} \right) = 0,885$$

$$\frac{l_1}{L_{PP}} = 0,27 + 0,258 \cdot (F + 0,38)^{0,39} = 0,553$$

$$G = 0,193 \cdot \frac{L_{PP}}{B} \cdot \frac{1}{C_b^2} \cdot \left( 1 + 25 \cdot \frac{T_{PP} - T_{PR}}{L_{PP}} \right) = 0,179$$

$$d_1 = \frac{l_1}{L_{PP}} \cdot \left( 0,5 - \frac{X_{CC}}{L_{PP}} \right) = 0,077$$

Una vez calculados estos parámetros ya puede obtenerse el índice de Nomoto a partir de la siguiente expresión:

$$\frac{1}{T_m} = \frac{d_1}{K_i^2 + K_j^2} \cdot (1 + G) = 0,971 > 0,305$$

donde  $K_i = 0,24$  es el radio de inercia de la masa del buque y  $K_j = 0,190$  es el radio de inercia del agua arrastrada. Sus valores son recomendados por el profesor D. Antonio Baquero en su Tesis Doctoral.

Por lo tanto, según los cálculos anteriores **cumple** también los requisitos de **ESTABILIDAD EN RUTA** para el buque de proyecto.

#### 4.4. Cambio de Rumbo

Esta característica de maniobrabilidad se encarga de medir la respuesta del buque al meter el timón a una banda. Tanto en el caso de proyecto según facilidad de evolución, como en el de estabilidad de ruta, debe comprobarse después que el buque posee unas cualidades mínimas de cambio de rumbo.

De esta forma se define el avance como la relación que mide la longitud de giro del buque. Cuanto menor sea ésta, mejor comportamiento tendrá el buque en cuanto a maniobrabilidad.

Por lo tanto, la facilidad de cambio de rumbo es la capacidad para realizar cambios moderados de trayectoria, posición y rumbo en reducidos espacio y tiempo. Se evalúa en base a dos conceptos:

**Número P de Norrbín:** es el ángulo de rumbo girado por unidad de ángulo de caña empleado cuando el buque ha navegado una eslora desde el accionamiento del timón.

El valor del número P de Norrbín debe ser mayor de los siguientes valores:

$$P > 0,2 \quad C_b = 0,80$$

$$P > 0,3 \quad C_b = 0,60$$

Como nuestro buque tiene un coeficiente de bloque igual a 0,85, interpolando obtenemos que el número P de Norrbín tiene que ser mayor a **0,175**.

Anteriormente se ha obtenido el valor del índice  $T_m$  y el índice  $K'_m$  lo obtenemos de la siguiente ecuación:

$$\frac{K'_m}{T'_m} = 0,325 \cdot \frac{(F_t / \delta) \cdot L}{\Delta \cdot V^2} \cdot \frac{1}{K_i^2 + K_j^2}$$

$$K'_m = 0,561$$

De forma inmediata se obtiene el valor del índice P de Norrbín, representativo de la facilidad de cambio de rumbo.

$$P = K'_m \cdot \left( 1 - T'_m + T'_m \cdot e^{-\frac{1}{T'_m}} \right)$$

$$P = 0,202 > 0,175$$

Por lo tanto, según los cálculos anteriores se cumplen los requisitos de cambio de rumbo para el buque de proyecto.

Según los cálculos realizados se comprueba que se **cumplen** los requerimientos en cuanto a **FACILIDAD DE CAMBIO DE RUMBO**.

#### 4.5. Ángulo de Desprendimiento

El desprendimiento de flujo es altamente nocivo por la pérdida de sustentación y aumento del par en la mecha al que da lugar. Por tanto se debe diseñar el timón para evitar que el ángulo de desprendimiento del flujo sobre el timón sea menor que el ángulo máximo de trabajo de éste que es de 35°.

El ángulo de desprendimiento,  $\delta_s$ , viene dado por:

$$\delta_s = 7,11 \cdot (1 + 7,0 \cdot E) \cdot \left( 1 + \frac{1,25}{\lambda} \right) \cdot \left( 1 + 0,048 \cdot \sqrt{\ln \left( 1 + \frac{8 \cdot K_T}{\pi \cdot J^2} \right)} \frac{h}{D_p} \right)$$

$$\delta_d = 37,07^\circ > 35^\circ$$

#### 4.6. Par en la Mecha

Por las especificaciones del proyecto el timón es de tipo Mariner (semisuspendido y semicompensado), por lo tanto se debe estimar la superficie de compensación del timón.

Para estimar el par en la mecha del timón deberemos proponer un % de superficie de compensación del timón, estará comprendido entre un (20-30)%.

El par en la mecha del timón viene dado por la siguiente ecuación:

$$Q = F_n \left( \frac{x}{c} - \frac{x_0}{c} \right) \times c$$

Donde:

$$F_n = \left( \frac{F_n}{\delta} (kg / rad) \right) x \frac{2\pi}{360} (^\circ / rad) x \delta (^\circ)$$

$$\left( \frac{x_0}{c} \right) = 20 - 30\%$$

$$\left( \frac{x}{c} \right) = A \times (B \times \delta)$$

$$A = \frac{\left(0,35x \frac{t}{c} + 0,29\right)x\lambda}{(\lambda + 1,4)x \left(1 + 0,67x \left(1 - e^{-0,175x \frac{K_T}{J^2}}\right)\right)}$$

$$B = \frac{0,0217}{(\lambda + 0,67)}x \left(1,033 - 3,1x \frac{t}{c} - 0,0683x \left(1 - e^{-0,425x \frac{K_T}{J^2}}\right)\right)$$

Supondremos una relación de compensación igual al 25% y obtendremos un valor de par en la mecha para cada ángulo de timón girado. Deberemos comprobar que el par cero se obtiene entre los (15-20)°.

En nuestro caso el par máximo es aproximadamente 58684,7 kg·m y el par cero lo obtenemos entre los 16-17°. Unos valores muy aceptables para el diseño de un timón.

En el anexo se muestran los valores obtenidos del par en la mecha del timón en función del ángulo girado.

#### 4.7. Elección del Servomotor

Para calcular el servomotor se tiene en cuenta que debe ser capaz de hacer pasar el timón de 30° a 35° de una banda a otra, en 28 segundos. Por lo tanto el valor medio de la velocidad angular es:

$$\omega_{media} = \frac{(35 + 30) \times \frac{\pi}{180}}{28} \Rightarrow \omega_{media} = 0,0405 \text{ rad/s}$$

Para el cálculo de la potencia eléctrica absorbida por el servo se aplica la siguiente expresión:

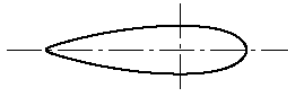
$$P_{servo} = \frac{Q_{max} \times \omega}{\eta_m \times \eta_h \times \eta_e} \Rightarrow P_{servo} = 38,87 \text{ kW}$$

Tomaremos como rendimiento  $\eta_m \times \eta_h \times \eta_e = 0,60$  y un factor de seguridad del 5%, por lo tanto la potencia final del servo será **40,82kW**.



#### 4.8. Perfil del Timón

El perfil del timón es currentiforme del tipo NACA 0023, que alcanza el máximo espesor al 70 % de la cuerda, siendo este espesor el 23 % de la cuerda. El trazado es el siguiente:

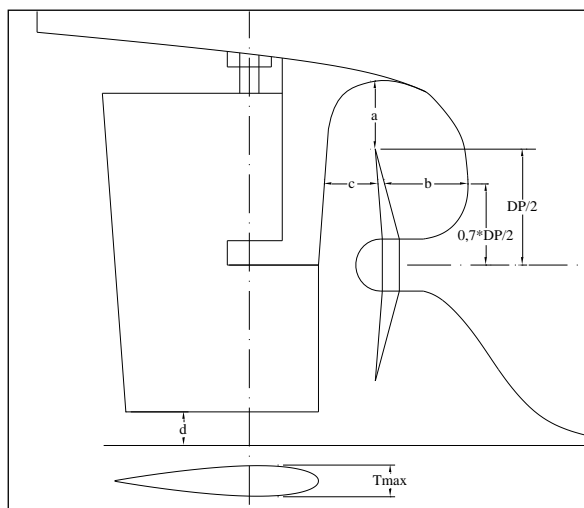


% c	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
% t <sub>máx</sub>	24.1	43.7	61.0	76.0	88.2	96.7	100	95.6	78.0	0.0

#### 4.9. Posición Relativa Timón, Hélice y Codaste

La posición relativa de la hélice con respecto al timón y al codaste es importante, pues de ello depende que tenga las características hidrodinámicas adecuadas. Pequeños huelgos entre la hélice y el casco del buque pueden dar lugar a fuertes vibraciones y problemas de cavitación.

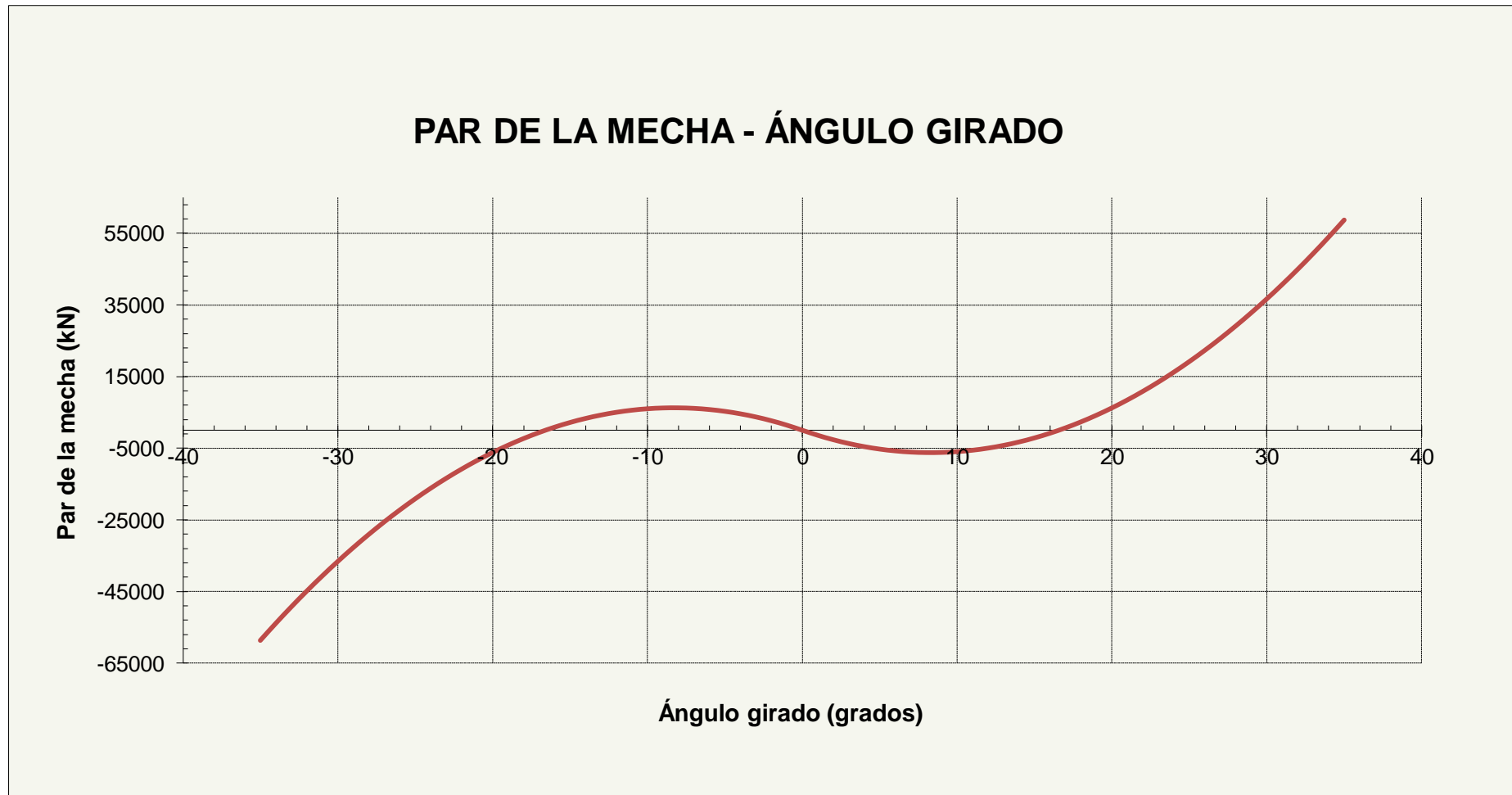
Como dijimos anteriormente, la sociedad de clasificación establecida para el buque proyecto por especificaciones de proyecto, Bureau Veritas, no establece unas recomendaciones respecto a los huelgos que hay entre timón, hélice y casco. Se realiza un cálculo de las recomendaciones mínimas sobre dichos huelgos para un buque de una hélice (caso del buque proyecto) según la Lloyd's Register of Shipping.



Los valores mínimos de esos parámetros correspondientes a un buque de las características del buque proyecto, y los valores del buque proyecto se recogen en la siguiente tabla:

	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)
Valores mínimos	1.05	1.58	0.83	0.21
Buque Proyecto	1.16	1.63	0.87	0.78

# **ANEXOS**

**ANEXO I****Desarrollo del timón**

$\delta$	x/c	Fn (kN)	Q (kg·m)	Q(KN·m)
-35	0.318	-173604.025	-58684.668	-575.697
-34	0.314	-168643.910	-53913.633	-528.893
-33	0.311	-163683.795	-49324.617	-483.874
-32	0.307	-158723.680	-44917.620	-440.642
-31	0.303	-153763.565	-40692.643	-399.195
-30	0.299	-148803.450	-36649.686	-359.533
-29	0.296	-143843.335	-32788.747	-321.658
-28	0.292	-138883.220	-29109.829	-285.567
-27	0.288	-133923.105	-25612.929	-251.263
-26	0.285	-128962.990	-22298.049	-218.744
-25	0.281	-124002.875	-19165.189	-188.011
-24	0.277	-119042.760	-16214.348	-159.063
-23	0.274	-114082.645	-13445.527	-131.901
-22	0.270	-109122.530	-10858.725	-106.524
-21	0.266	-104162.415	-8453.942	-82.933
-20	0.263	-99202.300	-6231.179	-61.128
-19	0.259	-94242.185	-4190.435	-41.108
-18	0.255	-89282.070	-2331.711	-22.874
-17	0.252	-84321.955	-655.006	-6.426
-16	0.248	-79361.840	839.679	8.237
-15	0.244	-74401.725	2152.345	21.115
-14	0.241	-69441.610	3282.992	32.206
-13	0.237	-64481.495	4231.619	41.512
-12	0.233	-59521.380	4998.226	49.033
-11	0.229	-54561.265	5582.814	54.767
-10	0.226	-49601.150	5985.383	58.717
-9	0.222	-44641.035	6205.932	60.880
-8	0.218	-39680.920	6244.462	61.258
-7	0.215	-34720.805	6100.972	59.851
-6	0.211	-29760.690	5775.463	56.657
-5	0.207	-24800.575	5267.935	51.678
-4	0.204	-19840.460	4578.387	44.914
-3	0.200	-14880.345	3706.819	36.364
-2	0.196	-9920.230	2653.232	26.028
-1	0.193	-4960.115	1417.626	13.907
0	0.189	0.000	0.000	0.000

$\delta$	x/c	Fn (kN)	Q (kg·m)	Q(KN·m)
1	0.193	4960.115	-1417.626	-13.907
2	0.196	9920.230	-2653.232	-26.028
3	0.200	14880.345	-3706.819	-36.364
4	0.204	19840.460	-4578.387	-44.914
5	0.207	24800.575	-5267.935	-51.678
6	0.211	29760.690	-5775.463	-56.657
7	0.215	34720.805	-6100.972	-59.851
8	0.218	39680.920	-6244.462	-61.258
9	0.222	44641.035	-6205.932	-60.880
10	0.226	49601.150	-5985.383	-58.717
11	0.229	54561.265	-5582.814	-54.767
12	0.233	59521.380	-4998.226	-49.033
13	0.237	64481.495	-4231.619	-41.512
14	0.241	69441.610	-3282.992	-32.206
15	0.244	74401.725	-2152.345	-21.115
16	0.248	79361.840	-839.679	-8.237
17	0.252	84321.955	655.006	6.426
18	0.255	89282.070	2331.711	22.874
19	0.259	94242.185	4190.435	41.108
20	0.263	99202.300	6231.179	61.128
21	0.266	104162.415	8453.942	82.933
22	0.270	109122.530	10858.725	106.524
23	0.274	114082.645	13445.527	131.901
24	0.277	119042.760	16214.348	159.063
25	0.281	124002.875	19165.189	188.011
26	0.285	128962.990	22298.049	218.744
27	0.288	133923.105	25612.929	251.263
28	0.292	138883.220	29109.829	285.567
29	0.296	143843.335	32788.747	321.658
30	0.299	148803.450	36649.686	359.533
31	0.303	153763.565	40692.643	399.195
32	0.307	158723.680	44917.620	440.642
33	0.311	163683.795	49324.617	483.874
34	0.314	168643.910	53913.633	528.893
35	0.318	173604.025	58684.668	575.697

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS NAVALES**



PROYECTO Nº 59

# **GRANELERO 50.000 TPM**

## **CUADERNO 7**

### **PLANTA PROPULSORA Y CÁMARA DE MÁQUINAS**

**TUTOR:**

**D. SEBASTIÁN JOSÉ ABRIL PÉREZ**

**REALIZADO POR:**

**D. JÉSSICA LIVIANO RODRÍGUEZ**

**D. JESÚS RODRÍGUEZ MAESTRE**

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	7
2.- MOTOR PRINCIPAL .....	8
2.1.- Selección del Motor Principal.....	8
2.2.- Campo de adaptado del motor .....	11
2.3.- Línea de ejes.....	12
2.3.1.- Eje Intermedio.....	12
2.3.2.- Eje de Cola.....	13
3.- GRUPOS GENERADORES AUXILIARES .....	14
3.1.- Motores Auxiliares para los Generadores .....	14
3.2.- Diesel de Emergencia .....	15
3.3.- Generador de Cola (P.T.O) .....	15
3.4.- Calderas.....	16
4.- ESTIMACIÓN DE CONSUMOS.....	17
4.1.- Consumos del Motor Principal .....	17
5.- SISTEMA DE COMBUSTIBLE .....	19
5.1.- Dimensionamiento de tanques.....	21
5.1.1.- Cálculo de la autonomía con el volumen de combustible especificado .....	21
5.1.2.- Tanque de Servicio Diario.....	21
5.1.2.1.- Tanques de Servicio Diario de HFO .....	21
5.1.2.2.- Tanques de Servicio Diario de DO .....	22
5.1.3.- Tanque de Sedimentación.....	22
5.1.3.1.- Tanques de Sedimentación HFO .....	22
5.1.4.- Tanque de Almacén.....	23
5.1.4.1.- Tanque de Almacén HFO .....	23
5.1.4.2.- Tanque de Almacén DO .....	23
5.1.5.- Tanques de reboses y derrames de combustible .....	24
5.1.6.- Tanques de Lodos .....	24
5.2.- Bombas .....	24
5.2.1.- Bombas de Trasiego.....	24
5.2.2.- Bomba previa a la depuradora.....	25
5.2.3.- Bombas de Suministros o de Baja .....	25
5.2.3.1.- Bomba de Suministros de combustible HFO .....	25
5.2.3.2.- Bomba de Suministros de combustible (puerto) .....	26

5.2.3.3.- Bomba de Circulación o de Alta .....	26
5.2.3.4.- Bomba de DO.....	26
5.2.3.4.- Bomba de lodos .....	27
5.3. Sistema de depuración de combustible.....	27
5.3.1.- Separadoras centrífugas de HFO .....	29
5.3.1.1.- Bombas de alimentación de las separadoras de HFO .....	30
5.3.1.1.- Precalentador de las separadoras centrífugas de HFO.....	31
5.3.2.- Separadora centrífuga de DO .....	31
5.3.2.1.- Bomba de alimentación de las separadoras centrífugas de DO .....	31
5.3.2.2.- Precalentador de DO de la separadora centrífuga .....	31
<b>6.- SISTEMAS DE LUBRICACIÓN Y REFRIGERACIÓN POR ACEITE.....</b>	<b>32</b>
6.1.- Motor principal .....	32
<b>6.1.1.- Sistema de lubricación de Cilindros del MP .....</b>	<b>34</b>
6.1.1.1.- Tanque almacén de aceite de camisas .....	35
6.1.1.2.- Tanque de servicio de aceite de camisas .....	36
6.1.1.3.- Bombas de trasiego de aceite de camisas .....	37
<b>6.1.2.- Sistema de lubricación de Cojinetes de MP.....</b>	<b>37</b>
6.1.2.1.- Tanque de almacén de aceite de cojinetes.....	39
6.1.2.2.- Tanque de servicio de aceite de cojinetes.....	39
6.1.2.3.- Tanque de aceite sucio del motor principal .....	40
6.1.2.4.- Purificadora centrífuga de aceite de cojinetes .....	40
6.1.2.5.- Enfriador de aceite de cojinetes .....	40
6.1.2.6.- Bombas de circulación de aceite de cojinetes .....	40
6.1.2.7.- Bombas de la unidad hidráulica de suministro de potencia .....	41
6.1.2.8.- Bombas de trasiego de aceite de cojinetes .....	41
6.1.2.9.- Bomba de alimentación de la purificadora de aceite .....	42
6.1.2.10.- Precalentador de aceite de cojinetes para la purificadora .....	42
6.2.- Motores auxiliares.....	42
6.2.1.- Tanque de almacén de aceite de motores auxiliares .....	42
6.2.2.- Purificadora centrífuga de aceite de motores auxiliares .....	43
6.2.3.- Bombas de alimentación de las purificadoras .....	43
6.2.4.- Precalentador de aceite lubricante de las purificadoras.....	43
6.2.5.- Tanque de recirculación de aceite de la purificadora .....	43
6.3.- Ejes .....	44



6.3.1.- Eje intermedio.....	44
6.3.2.- Eje de cola.....	44
<b>7.- SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN CENTRALIZADO .....</b>	<b>45</b>
7.1.- Circuito de agua de mar.....	46
7.1.1.- Bombas de agua salada .....	47
7.1.2.- Bomba de agua salada de servicio en puerto .....	47
7.1.3.- Enfriador central .....	47
7.2.- Circuito cerrado de agua dulce de baja temperatura.....	47
7.2.1.- Bombas de agua dulce.....	48
7.2.2.- Bombas de agua dulce para servicio de puerto .....	48
7.2.3.- Enfriador del aceite lubricante del motor principal.....	49
7.2.4.- Enfriador del aire de barrido del motor principal.....	49
7.2.5.- Enfriadores de aceite lubricante de los motores auxiliares .....	49
7.2.6.- Enfriadores de aire de barrido de los motores auxiliares.....	49
7.3.- Circuito cerrado de agua dulce de alta temperatura .....	50
7.3.1.- Bombas de agua dulce para refrigeración de camisas .....	50
7.3.2.- Bomba de precalentamiento del agua de camisas.....	50
7.3.3.- Enfriador de agua dulce para camisas del motor principal.....	51
7.3.4.- Precalentador de agua de camisas.....	51
7.3.5.- Enfriadores de agua dulce para camisas de los motores auxiliares.....	51
7.3.6.- Tanque de des-aireación .....	51
7.4.- Elementos Comunes del Sistema de Refrigeración.....	52
7.4.1.- Tanque de expansión.....	52
<b>8.- SISTEMA DE VAPOR .....</b>	<b>53</b>
8.1.- Consumidores de Vapor .....	54
8.1.1.- Tanques .....	54
8.1.1.1.- Tanque de almacén HFO <4,5% S, Estribor Costado .....	57
8.1.1.2.- Tanque de almacén HFO <4,5% S, Babor Costado .....	58
8.1.1.3.- Tanque de almacén HFO <4,5% S, Estribor Centrado .....	59
8.1.1.4.- Tanque de almacén HFO <4,5% S, Babor Centrado.....	61
8.1.1.5.- Tanque de almacén HFO <1,5% S, Estribor .....	62
8.1.1.6.- Tanque de almacén HFO <1,5% S, Babor.....	63
8.1.1.7.- Tanque de almacén HFO <0,1% S, Estribor .....	64
8.1.1.8.- Tanque de almacén HFO <0,1% S, Babor.....	66

8.1.1.9.- Tanque de Sedimentación HFO, Estribor .....	67
8.1.1.10.- Tanque de Sedimentación HFO, Babor.....	68
8.1.1.11.- Tanque de Servicio Diario HFO, Estribor .....	69
8.1.1.12.- Tanque de Servicio Diario HFO, Babor.....	71
8.1.1.13.- Colector de retornos .....	72
8.1.1.14.- Tanque de Reboses y Derrames.....	73
8.1.1.15.- Tanque de Lodos.....	75
8.1.1.16.- Tanque de Aguas aceitosas .....	76
8.1.2.- Calentadores (intercambiadores).....	77
8.1.2.1.- Precalentador de combustible (HFO) de las separadoras de HFO .....	78
8.1.2.2.- Precalentador de combustible (HFO) de motores .....	78
8.1.2.3.- Precalentador de combustible (DO) de las separadoras de DO .....	79
8.1.2.4.- Precalentador de aceite de cojinetes del MP para la purificadora .....	80
8.1.2.5.- Precalentador de aceite de cojinetes de motores auxiliares para la purificadora ...	80
8.1.2.6.- Precalentador de agua de camisas del MP .....	81
8.1.3.- Generación de agua dulce.....	82
8.1.4.- Generación de agua caliente sanitaria.....	83
8.1.5.- Servicios de Hotel .....	83
8.1.6.- Climatización: calefacción.....	84
8.2.- Balance térmico inicial.....	85
8.3.- Producción de vapor mediante la caldera de gases de exhaustación.....	87
8.4.- Balance Final de Vapor.....	88
8.4.1.- Tanque de servicio diario de la caldera mixta .....	88
8.4.2.- Precalentador de HFO de la caldera mixta.....	90
8.4.3.- Bomba de HFO para el tanque de servicio de la caldera mixta.....	91
8.4.4.- Sopladores de hollín .....	92
8.5.- Balance Final de Vapor.....	92
8.6.- Otros elementos del sistema de generación de vapor .....	94
8.6.1.- Tanque de alimentación de agua dulce de la caldera mixta .....	94
8.6.2.-Bombas de alimentación de agua de la caldera mixta .....	94
8.6.3.- Condensador y bombas de extracción de condensado.....	94
<b>9.- SISTEMAS DE AGUA DULCE.....</b>	<b>96</b>
9.1.- Servicio sanitario .....	96
9.2.- Generador de agua dulce.....	96

9.2.1.- Cálculo de la producción de agua dulce.....	96
9.2.2.- Cálculo de las necesidades de agua dulce.....	97
9.2.3.- Cálculo de tanques y bombas del servicio.....	97
9.2.3.1.- <i>Tanque de almacén de agua dulce</i> .....	97
9.2.3.2.- <i>Bombas de agua sanitaria fría</i> .....	97
9.2.3.3.- <i>Bombas de agua sanitaria caliente</i> .....	98
9.2.3.4.- <i>Tanque hidróforo</i> .....	98
9.2.4.- Equipo de potabilización de agua dulce.....	98
9.2.5.- Planta de tratamiento de aguas residuales.....	98
9.2.5.1.- <i>Tanque séptico</i> .....	98
9.2.5.2.- <i>Incinerador</i> .....	99
<b>10.- SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO</b> .....	100
10.1.- Botellas principales.....	101
10.2.- Compresores principales.....	102
10.3.- Botella de aire para motores auxiliares.....	102
10.4.- Botella de aire de servicio.....	102
10.5.- Compresor de aire de emergencia.....	102
10.6.- Compresor de aire de servicio.....	103
<b>11.- Equipo de ventilación y aire acondicionado</b> .....	104
11.1.- Aire acondicionado en acomodaciones.....	104
11.2.- Aire acondicionado de la cabina de control de máquinas.....	105
11.3.- Ventiladores de espacio de acomodación y casco.....	105
11.4.- Ventilación de cámara de máquinas.....	106
11.4.1.- Equipo de ventiladores de la cámara de máquinas.....	106
11.5.- Aire de barrido.....	107
<b>12.- SISTEMA DE GASES DE EXHAUSTACIÓN</b> .....	108

## **1.- INTRODUCCIÓN**

En el presente cuaderno se va a volver a comentar la elección del motor (ya elegido en el cuaderno 6), así como se elegirá el punto de la MCR (M). Además se definirán todos los elementos que conforman la planta propulsora y la cámara de máquinas. A modo esquemático serán los siguientes:

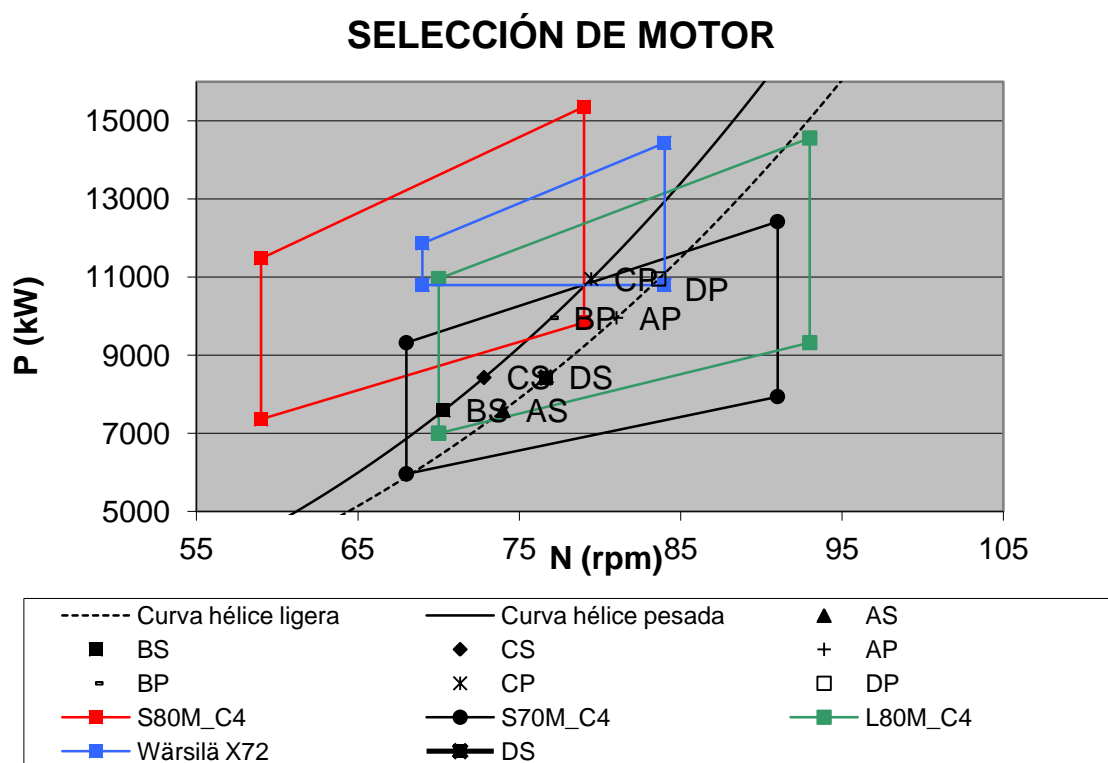
- Equipo propulsor principal.
- Equipos generadores de vapor: será necesario hacer el estudio del balance de vapor para definir los equipos de generación de vapor.
- Equipos generadores de energía eléctrica: su definición y dimensionamiento se ha realizado en otro cuadernillo de el proyecto (cuadernillo 9), y en este se decidirá su disposición en cámara de máquinas.
- Sistema de almacenamiento y manejo de combustible.
- Sistema de almacenamiento y manejo de aceite.
- Equipo de purificación.
- Sistema de refrigeración.
- Sistema de aire comprimido.
- Sistema de ventilación, impulsión y extracción de aire...
- Etc.

## 2.- MOTOR PRINCIPAL

### 2.1.- Selección del Motor Principal

Como se comentó en el cuaderno 6, el motor principal será directamente acoplado, como está definido en la especificación. Además es lógico, dada la potencia presumible por el tamaño del buque. También se puede decir que será un motor diesel de dos tiempos, por ser el de mayor rendimiento, y el más adecuado para este tipo de necesidad (propulsión). Dentro de los motores que serán adecuados para este buque se elegirá el de mayor carrera posible, esto es para tener un motor lo más eficiente posible.

Seguidamente se vuelve a presentar la figura de las curvas de la hélice (pesada y ligera) con los cuadriláteros de los posibles motores y los puntos de trabajo:



El significado de los acrónimos que aparecen en la gráfica es el siguiente:

- AS=Punto de diseño hélice ligera (servicio).
- BS=Punto de diseño hélice pesada (servicio).
- DS=Punto de funcionamiento hélice ligera 10% margen de mar (servicio).
- CS=Punto de funcionamiento hélice pesada 10% margen de mar (servicio).
- AP=Punto de diseño hélice ligera (pruebas).
- BP=Punto de diseño hélice pesada (pruebas).
- DP=Punto de diseño hélice ligera 10% margen de mar y 100% MCR (pruebas).
- CP=Punto de diseño hélice pesada 10% margen de mar y 100% MCR (pruebas).

Del gráfico anterior, se acepta la hélice calculada como definitiva. Además, del gráfico anterior, cabe mencionar que el motor más adecuado para el funcionamiento de

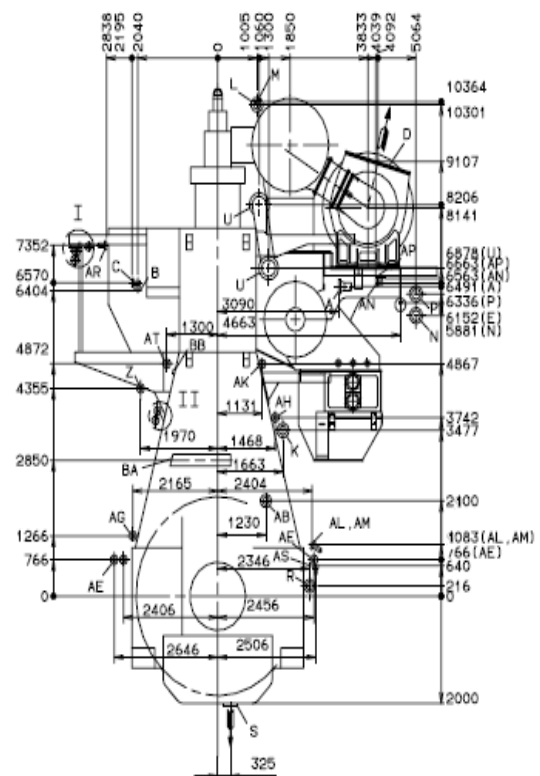
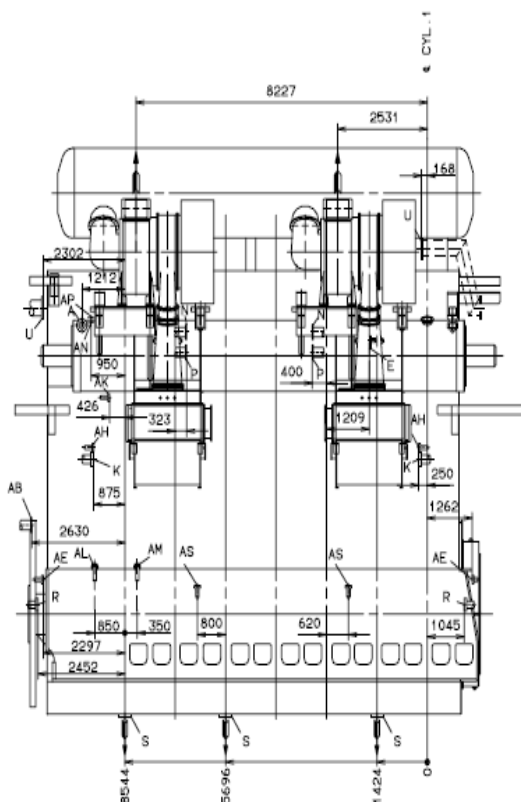
la hélice escogida es el "L80M\_C4" de MAN-B&W. Cabe decir que el cálculo de la hélice se hizo para hélice ligera; por esto, en las gráficas anteriores se ha tenido en cuenta las consideraciones para la hélice pesada (5% de margen en las revoluciones, hacia la izquierda). Este margen se ha tomado en consonancia con las especificaciones de los motores reseñados en el gráfico anterior.

Los datos más relevantes del motor son:

Punto	RPM	PME (bar)	Potencia (Kw)
L1	93	18	14560
L2	93	11.5	9320
L3	70	18	10960
L4	70	11.5	7000

Cabe mencionar que este motor es de 4 cilindros, por lo tanto no va a entrar en resonancia (por las vibraciones torsionales) con la hélice, ya que el número de cilindros no es múltiplo del número palas de la hélice.

Seguidamente se muestra un esquema del motor seleccionado:



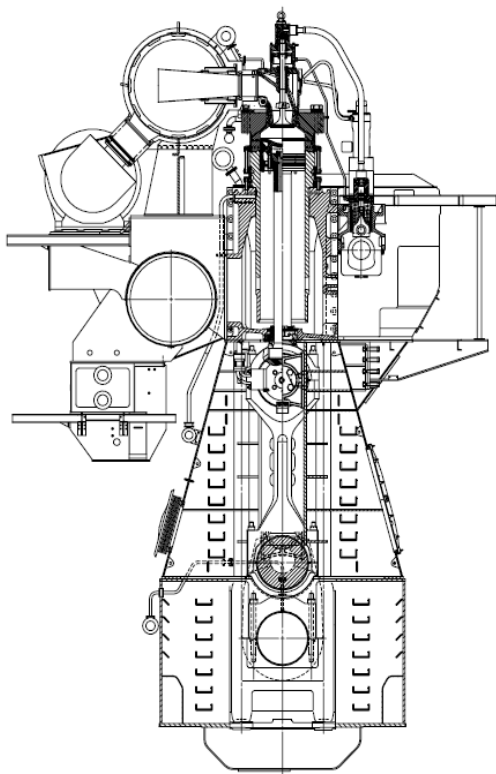
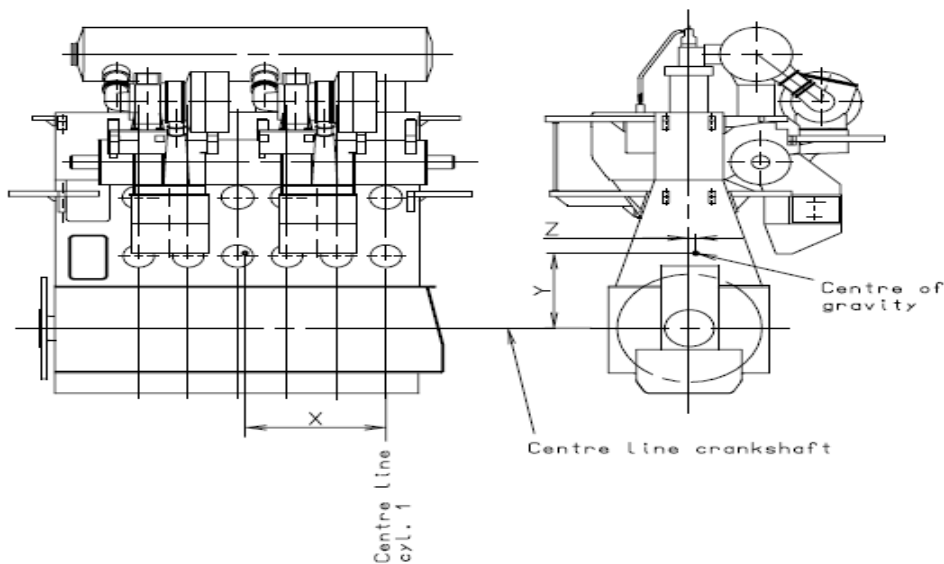


Fig. 1.04: Engine cross section

770 35 34-02

En la siguiente figura se indican los pesos y centro de gravedad del motor principal:



770 35 40-1.0

No. of cylinders	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Distance X mm	2740	3450	4180	4850	5530	6300	6950	7650	8330
Distance Y mm	2910	2960	2980	3040	3040	2990	2950	3000	3000
Distance Z mm	150	170	150	190	170	170	150	190	180

For engine dry weights, see dispatch pattern i section 9

No. of cylinders	Mass of water and oil in engine in service					
	Mass of water			Mass of oil in		
	Freshwater kg	Seawater kg	Total kg	Engine system kg	Oil pan + kg	Total kg
4	5800	240	6040	1300	850	2150
5	7300	540	7840	1600	1050	2650
6	8800	540	9340	2050	1400	3450
7	10300	700	11000	2350	1300	3650
8	11900	800	12700	2950	1500	4450
9	13400	800	14200	3350	2000	5350
10	14900	1000	15900	3700	1900	5600
11	16600	1400	18000	4300	2150	6450
12	18000	1500	19500	4700	2450	7150

\* The stated values are only valid for horizontal engine

El motor principal está en consonancia con lo que exige la sociedad de clasificación (Part C. CH 1. Secc. 2).

#### Características del motor principal:

- M.C.R: 14.560 KW
- Número de cilindros : 4
- Disposición de cilindros: En línea.
- Diámetro del pistón: 800 mm.
- Carrera: 2.592 mm.
- Velocidad (M.C.R): 93 r.p.m.
- P.m.e: 18 bar.
- Consumos :
  - Aceite lubricante: 12 kg/cil. 24h
  - Aceite lubricante del cilindro: 0,9-1,4 g/BHPPh
  - Combustible al 100% MCR: 174 g/KWh
- Peso en seco: 281 T

## 2.2.- Campo de adaptado del motor

El campo de adaptado del motor "L80M\_C4" de MAN-B&W muestra el área dentro de la cual existe entera libertad para seleccionar una combinación de potencia de adaptado o ajuste del motor (kW) y régimen de giro (r.p.m.). Dicho área está limitada por dos líneas de presión media efectiva constante (L1-L3 y L2-L4) y por dos líneas de revoluciones constantes (L1-L2 y L3-L4).

Las características de los puntos que definen el campo de adaptado del motor son las siguientes:



Punto	RPM	PME (bar)	Potencia (Kw)
L1	93	18	14560
L2	93	11.5	9320
L3	70	18	10960
L4	70	11.5	7000

El punto L1 representa, como ya hemos visto anteriormente, el MCR (Maximun Continuous Rating) nominal del motor (100% de potencia y 100% de revoluciones). Con respecto a este punto se admite una sobrecarga en potencia del 110% por un periodo máximo de una hora cada doce horas de funcionamiento.

### 2.3.- Línea de ejes

La línea de ejes estará dispuesta en eje intermedio y eje de cola, esto es para poder sacar el eje de cola por dentro de la cámara de máquina, así como mejor mantenimiento.

La línea de ejes está en consonancia con lo que exige la sociedad de clasificación (Part C. CH 1. Secc. 7); por esto el material que se emplea es acero inoxidable de límite elástico de 550 N/mm, con una resistencia comprendida entre los 400 y los 800 N/mm.

#### **2.3.1.- Eje Intermedio**

El eje intermedio es el que une el disco del cigüeñal del motor con el eje de cola. Su diámetro mínimo viene determinado por la sociedad de clasificación (Part C. CH 1. Secc. 7, 2.2.2), a través de la siguiente fórmula:

$$d_0 = F \times k \times \left( \frac{P}{n \times (1 - Q^4)} \times \left( \frac{560}{R_m + 160} \right) \right)^{\frac{1}{3}}$$

Siendo:

- P, potencia máxima que entrega el motor (14560 kW).
- n, número de revoluciones a la potencia máxima que entrega el motor (93 rpm).
- $F = 100$
- $k = 1$
- $R_m = 550 \text{ N/mm}^2$
- $Q = 0$

Por lo tanto se dispone de un eje intermedio de:

$$d_0 = 537,4 \text{ mm}$$

La distancia desde la base del disco de unión hasta el borde de los pernos no debe ser inferior a 0,08 veces el diámetro del eje intermedio; por lo tanto el diámetro del disco de unión es:

$$D = d_0 + 2 \times 0,08 \times d_0$$

Resultando:

$$D = 623,4 \text{ mm}$$

El diámetro de los pernos de unión al motor no es inferior al valor dado por la expresión dada por la sociedad de clasificación (Part C. CH 1. Secc. 7, 2.5.1):

$$d_B = 0,65 \times \left( \frac{d_0^3 \times (R_m + 160)}{n_B \times D \times R_{mB}} \right)^{0,5}$$

Siendo:

- $n_B$ , número de pernos, 20
- $R_{mB} = 800 \text{ N/mm}^2$

Obteniéndose:

$$d_B = 68.32 \text{ mm}$$

Por lo tanto el diámetro del disco de unión es (teniendo en cuenta que la distancia del perno hasta el borde del disco será de 50 mm):

$$D = 498,8 + 68.32 \times 2 + 50 \times 2 = 860,01 \approx 860 \text{ mm}$$

### 2.3.2.- Eje de Cola

El eje de cola es el que une el disco del eje intermedio a la hélice. Su diámetro mínimo viene determinado por la sociedad de clasificación (Part C. CH 1. Secc. 7, 2.2.3):

$$d_p = 100 \times k_p \times \left( \frac{P}{n \times (1 - Q^4)} \times \left( \frac{560}{R_m + 160} \right) \right)^{\frac{1}{3}}$$

Siendo las variables desconocidas:

- $k_p = 1,22$

Se dispone de un eje de cola de:

$$d_p = 655.61 \approx 655.6 \text{ mm}.$$

### 3.- GRUPOS GENERADORES AUXILIARES

Dentro de los grupos generadores están los motores auxiliares, la PTO y el diesel de emergencia.

#### 3.1.- Motores Auxiliares para los Generadores

Teniendo en cuenta el balance eléctrico, en el cuaderno n° 9 (Definición de la planta eléctrica), se instalarán tres motores auxiliares (generadores diesel) para la generación eléctrica. Como se expondrá en el mencionado cuadernillo, según la condición, los motores auxiliares operan de la siguiente manera:

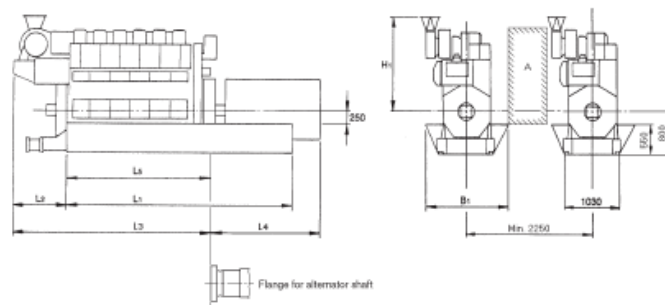
- Estancia en puerto: opera un motor auxiliar y los otros en stand-by (respeto).
- Maniobrando: dos motores auxiliares operando y el tercero en stand-by (respeto).
- Navegando: ninguno opera (salvo excepciones), ya que se opera con PTO.
- Emergencia: ninguno opera, ya que se opera con el diesel de emergencia.

Los tres grupos (motores auxiliares) son del modelo “7L23/30H GenSet” del fabricante MAN-B&W, cabe mencionar que cada grupo es de cinco cilindros.

El siguiente cuadro muestra los valores significativos de cada grupo:

Nº Cilindros	Diámetro Cilindro (mm)	Carrera (mm)	RPM	Frecuencia (Hz)	Potencia Motor (kW)	Potencia Generador (kW)
7	225	300	720	60	910	865

Siendo su esquema y características principales:



Cyl. no.	L <sub>1</sub> *	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub> *	L <sub>5</sub> ****	B <sub>1</sub> *	H <sub>1</sub>	Dry mass** t	Dry mass GenSet*** t
5	3925	1070	3350	2155	2340	1380	1583	12.2	16.8
6	4605	1070	3720	2385	2710	1380	1583	12.9	18.7
6 (900 r/min)	4445	1070	3720	2325	2710	1380	2015	12.9	18.7
7	4745	1070	4080	2270	3080	1600	2015	14.3	19.2
7 (900 r/min)	4745	1070	4080	2270	3080	1600	2015	14.3	19.2
8	5225	1070	4460	2380	3450	1600	2015	15.8	23.7
8 (900 r/min)	5180	1070	4460	2355	3450	1600	2015	15.8	23.7

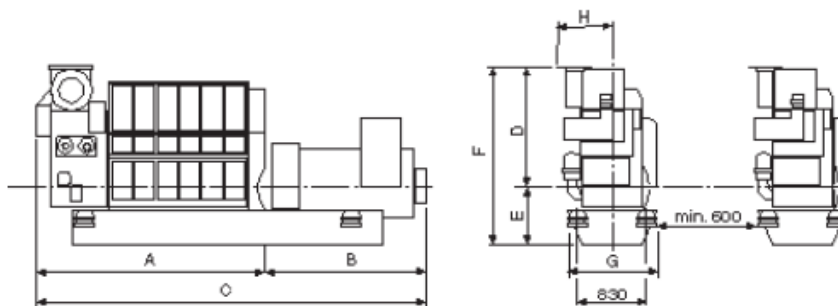
778 34 53-3.7

### 3.2.- Diesel de Emergencia

Teniendo en cuenta el balance eléctrico, en el cuaderno n°9 (Definición de la planta eléctrica), se instalará un grupo (generadores diesel de emergencia) para la generación eléctrica en situación de emergencia. Este grupo (motor diesel de emergencia) es del modelo “6L16/24H GenSet” del fabricante MAN-B&W, cabe mencionar que este grupo es de cinco cilindros.

El siguiente cuadro muestra los valores significativos de cada grupo:

Nº Cilindros	Diámetro Cilindro (mm)	Carrera (mm)	RPM	Frecuencia (Hz)	Potencia Motor (kW)	Potencia Generador (kW)
6	160	240	1200	60	600	570



Cyl. No	A mm	B mm	* C mm	D mm	E mm	F mm	G mm	H mm	** Dry mass Engine/frame t	*** Alternator t
5 (1200 r/min)	2745	1399	4145	1385	810	2175	1000	738	6.5	8.4
6 (1000/1200 r/min)	3020	1489	4509	1385	810	2175	1000	738	7.6	9.7
7 (1000/1200 r/min)	3295	1584	4880	1405	810	2215	1000	843	8.2	10.6
8 (1000/1200 r/min)	3570	1679	5250	1405	810	2215	1000	843	8.6	11.3
9 (1000 r/min)	3845	1679	5525	1405	810	2215	1000	843	9.4	12.1
9 (1200 r/min)	3845	1679	5525	1505	810	2315	1000	903	9.4	12.1

170 33 97-4.0

### 3.3.- Generador de Cola (P.T.O)

El generador de cola es un generador que obtiene la motricidad (potencia mecánica) del motor principal. Va instalada a estribor del motor principal, obteniendo la potencia mecánica de la rueda dentada a proa del motor principal.

Se ha instalado un generador de cola para la generación eléctrica en situación de navegación. Este generador (P. T. O.) es del tipo:

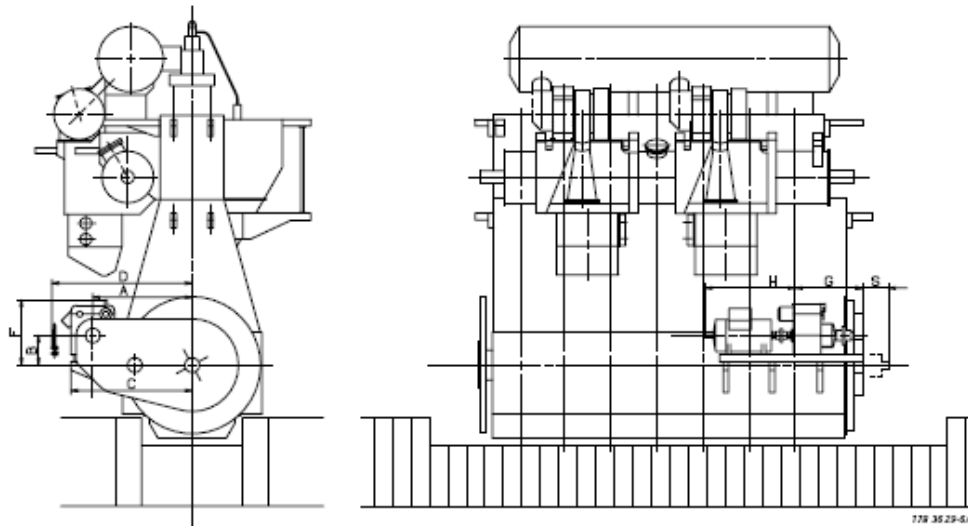
BWIII/RCF Modelo DSG62 L2-4

A. VAN KAICK.

La Fig. muestra los valores significativos del grupo:

Tensión (V)	RPM	Frecuencia (Hz)	Potencia Aparente (kVA)	Potencia Reactiva (kW)
440	1800	60	1056	845

Siendo su esquema y características principales en mm:



A	B	C	D	F	G	H	S	Masa Con Generador (kg)	Masa Sin Generador (kg)
3396	747	4056	4450	1917	2797	2303	480	35500	32850

El generador de cola está en consonancia con lo que exige la sociedad de clasificación (Part C. CH 2).

### 3.4.- Calderas

Se dispone de una caldera mixta, como indican las especificaciones del proyecto, cumpliendo con el reglamento de la sociedad de clasificación (Part C. CH 1 Secc. 3), cuyo dimensionamiento se realiza en el apartado 8 del presente cuaderno. Resumiendo, queda:

- Caldera de gases de exhaustación: aprovecha los gases del motor principal.
- Caldera auxiliar (de mecheros): quemará fuel oil para poder generar vapor.

La situación que exige más vapor es la condición de puerto, y la caldera es capaz de generar 2500  $kgv/h$ .

## 4.- ESTIMACIÓN DE CONSUMOS

### 4.1.- Consumos del Motor Principal

El consumo específico de fuel oil (SFOC) correspondiente al MCR nominal del motor (punto L1) es de **174 g/KWh**. Este valor está referido a unas condiciones estándar establecidas en ISO-F 8217:2005 y que son las siguientes:

- Temperatura del aire ambiental 25° C
- Presión atmosférica 1 bar
- Temperatura del agua de mar 25° C
- Poder calorífico inferior del combustible 42700 kJ/kg (10200 kcal/kg)

El SFOC está garantizado con un margen del 3% para la carga en la que el motor está optimizado y para condiciones estándar ISO.

La siguiente tabla nos muestra la variación de consumos del motor principal.

**Fuel and lubricating oil consumption**

	Specific fuel oil consumption		Lubricating oil consumption	
At load Layout point	100%	80%	System oil Approximate kg/cyl. 24 hours	Cylinder oil g/kWh g/BHP
L <sub>1</sub>	174 128	171 126	12	0.9-1.4 0.65-1.0
L <sub>2</sub>	162 119	159 117		
L <sub>3</sub>	174 128	171 126		
L <sub>4</sub>	162 119	159 117		

17835 27-7.0

Fig. 1.02: Power, speed and SFOC

El consumo específico del motor, funcionando en su punto de optimización, es de **168.34 g/KW h**, y teniendo en cuenta el margen de garantía del 3%, el SFOC del motor en condiciones estándar ISO será:

$$\text{SFOC (ISO)} = 1.03 \cdot 168.34 \text{ g/KW h} = 173,39 \text{ g/KW h}$$

Para no restringir las zonas de navegación del buque, se considerarán unas condiciones más severas que las estándar ISO, como son las tropicales. Estas condiciones son las siguientes:

- Temperatura del aire ambiental 45° C
- Presión atmosférica 1000 mbar
- Temperatura del agua de mar 32° C

También se considerará que el Fuel Oil puede tener un poder calorífico inferior menor que el especificado en las condiciones ISO. Las correcciones a efectuar serán las siguientes según las recomendaciones del fabricante:

La corrección correspondiente a la **temperatura del aire** será de +0.2% por cada 10 grados de elevación de dicha temperatura. Por tanto:

$$\Delta \text{SFOC} = 0.2/10 \cdot (45-25) = + 0.4\%.$$

La corrección correspondiente a la **temperatura del agua de mar** será de +0.6% por cada 10 grados de elevación. Así pues, será:

$$\Delta \text{SFOC} = 0.6/10 \cdot (32-25) = + 0.42\%.$$

Considerando un fuel oil con un poder calorífico inferior un 4% menor que el establecido en las condiciones ISO tendremos que:

$$\Delta \text{SFOC} = + 4\%.$$

Así pues, la corrección total a aplicar y el consumo específico de combustible serán:

$$\Delta \text{SFOC} = 4.82\%$$

$$\boxed{\text{SFOC} = 1.0482 \text{ SFCO(ISO)} = 1.0482 \cdot 173,39 \text{ g/KW h} = 181.75 \text{ g/KW h}}$$

El consumo horario del motor funcionando en su punto de optimización será entonces:

$$\boxed{181,75 \text{ g/KW} \cdot \text{h} \cdot 10951,71 \text{ KW} \cdot 10^{-3} \text{ kg/g} = 19904,73 \text{ kg/h}}$$

El consumo específico de combustible, se supone el mismo para el MP y los MA.

## **5.- SISTEMA DE COMBUSTIBLE**

En el buque se consumen dos tipos de combustible, el HFO (Heavy Fuel Oil, con distintas concentraciones de azufre) y el DO (o MDO, Marine Diesel Oil).

El motor principal en funcionamiento continuo consume HFO, con una concentración u otra de azufre según la zona en que se navegue (4,5%, 1,5% y 0,1% contenido en azufre) y DO en su arrancada y cuando se acerca a puerto (para que se limpien las inyectoras de HFO y no quede residuo al pararse el motor).

Los motores auxiliares en funcionamiento continuo consumen DO, aunque el sistema de alimentación de combustible a los motores auxiliares está preparado para poder quemar HFO.

El **HFO** que se usará en el buque será adecuado con lo que establece la norma ISO 8217, y con las especificaciones del fabricante del motor, siendo sus características (valores máximos):

- |                                   |   |                         |
|-----------------------------------|---|-------------------------|
| - Densidad a 15 °C                | ≤ | 991 Kg/m <sup>3</sup> . |
| - Viscosidad cinemática a 100 °C  | ≤ | 55 cSt.                 |
| - Viscosidad cinemática a 50 °C   | ≤ | 700 cSt.                |
| - Punto de inflamación espontánea | ≥ | 60 °C.                  |
| - Punto de goteo                  | ≤ | 30 °C.                  |

En cuanto al **DO**:

- |                                 |   |                         |
|---------------------------------|---|-------------------------|
| - Densidad a 15 °C              | ≤ | 850 Kg/m <sup>3</sup> . |
| - Viscosidad cinemática a 40 °C | ≤ | 6 cSt.                  |

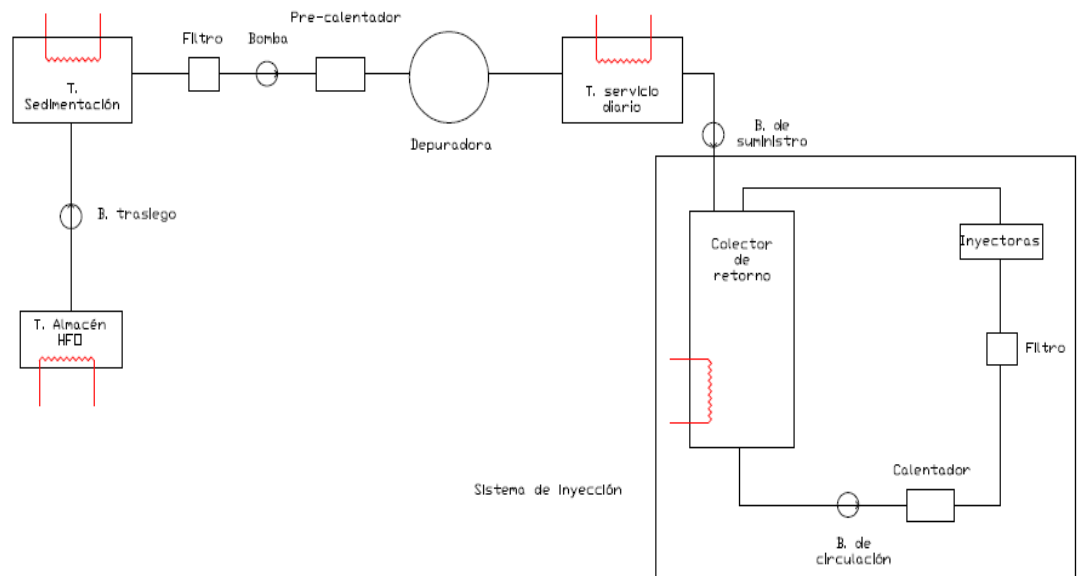
El servicio de combustible está diseñado para suministrar tanto HFO como DO para el motor principal y para los motores auxiliares, y cumple con lo exigido por la sociedad de clasificación (Part C. CH 1 Secc. 10).

Como sabemos que el combustible es suministrado al buque durante su estancia en puerto, y almacenado en los tanques de almacenamiento.

El combustible antes de llegar al motor sufrirá una serie de tratamientos que en el mejor de los casos se reducirá a una filtración y una presurización, pero si se trata de combustibles residuales exigirá decantaciones, clasificaciones, separaciones, calentamientos, control de viscosidad, etc.

A continuación figura un esquema de los elementos que constituyen el sistema de Combustible.





### *Circuito del sistema de combustible*

Un sistema de combustible pesado a bordo está compuesto por tres grupos que se describen a continuación:

- *Sistema de recepción, almacenamiento y trasiego* (incluye los tanques de almacén y sedimentación, las bombas de trasiego y el filtro).  
Se disponen suficientes tomas de combustible tanto en babor como en estribor para la recepción de combustible.  
Los tanques de HFO están conectados entre sí, para que se puedan mover el contenido entre ellos. Para esto se emplean las bombas de trasiego, encargadas del trasvase de combustible pesado desde el tanque almacén hasta el de sedimentación.
- *Sistema de limpieza y/o tratamiento* (constituido por la bomba previa a la depuradora, el pre-calentador y la depuradora en sí).
- *Sistema de alimentación presurizado* (nos referimos en este caso a los tanques de servicio diario, bombas de suministro y el que hemos denominado sistema de inyección del motor).

## 5.1.- Dimensionamiento de tanques

### 5.1.1.- Cálculo de la autonomía con el volumen de combustible especificado

Para obtener la autonomía del buque (para el HFO), considerando que el buque navega a la velocidad de servicio y a la MCR máxima, se emplea la siguiente fórmula:

$$Autonomía = \frac{m \times v}{C_e \times MCR \times 10^{-6}} \quad (\text{en millas})$$

Siendo:

- MCR = 10951,71 kW.
- m = 2248,48 t, la masa del combustible.
- v = 14 Kn, la velocidad de servicio del buque.
- $C_e$ , el consumo específico del combustible, 181,75 g/Kwh.

Obteniéndose una autonomía estimada de:

$$Autonomía = 15300,33 \text{ millas}$$

### 5.1.2.- Tanque de Servicio Diario

#### 5.1.2.1.- Tanques de Servicio Diario de HFO

El buque dispone de dos tanques de servicio diario de HFO que deben contener el suficiente combustible para abastecer al motor principal y a dos auxiliares durante 24 horas. Tienen la superficie inferior ligeramente inclinada para facilitar la decantación.

Para su dimensionamiento se toma un margen del orden del 10%. Por lo tanto el volumen del tanque de servicio diario:

$$V_{TSD} = 1,1 \times \frac{C_e \times (P_{MP} + 2 \times P_{MA}) \times 24}{0,96 \times \rho_{HFO}} \times 10^{-6} \quad \text{en } (m^3)$$

Siendo:

- $V_{TSD}$ , el volumen de cada uno de los tanques de servicio diario.
- $P_{MP} = 10951,71 \text{ Kw}$ , la MCR del motor principal.
- $P_{MA} = 910 \text{ Kw}$ , la MCR del motor auxiliar.
- $\rho_{HFO} = 0,991 \frac{t}{m^3}$

Para calcular la capacidad cúbica de este tanque, tendremos en cuenta que se pierden del orden de un 4% entre refuerzos internos y serpentines, por lo que el volumen ocupado por dichos tanques será:

$$V_{TSD} = 67,42 \text{ m}^3$$

Cada uno de los dos tanques tienen un volumen efectivo (96% del volumen total) de 86,17 m<sup>3</sup>. Estos tanques están calefactados con serpentines de vapor para estar a 120°C.

#### 5.1.2.2.- Tanques de Servicio Diario de DO

Este tanque debe alojar el combustible necesario para alimentar a dos motores auxiliares para 24 horas y al motor principal durante 3 horas mientras el buque efectúe operaciones de entrada y salida de puerto. Para su dimensionamiento se toma un margen del orden del 10%. Por lo tanto el volumen mínimo de este tanque es:

$$V_{TSD-DO} = 1,1 \times \frac{C_e \times (P_{MP} \times 3 + 2 \times P_{MA} \times 24)}{0,96 \times \rho_{DO}} \times 10^{-6} \text{ en (m}^3\text{)}$$

Siendo:

- $V_{TSD-DO}$ , el volumen de cada uno de los tanques de servicio diario de DO.
- $P_{MP} = 10951,71 \text{ Kw}$ , la MCR del motor principal.
- $P_{MA} = 910 \text{ Kw}$ , la MCR del motor auxiliar.
- $\rho_{DO} = 0,85 \text{ t/m}^3$

Resultando un volumen efectivo (restando un 4% por hierros) de:

$$V_{TSD-DO} = 31,04 \text{ m}^3$$

El tanque dispuesto para esta función tienen un volumen efectivo (96% del volumen total) de 35,16 m<sup>3</sup>.

### 5.1.3.- Tanque de Sedimentación

#### 5.1.3.1.- Tanques de Sedimentación HFO

Cada uno de los tanques de sedimentación contiene suficiente combustible para abastecer al motor principal y a dos auxiliares durante 24 horas. Tienen la superficie inferior ligeramente inclinada. Para su dimensionamiento se toma un margen mayor, del orden del 20%. Por lo tanto el volumen del tanque de sedimentación:

$$V_{TS} = 1,2 \times \frac{C_e \times (P_{MP} + 2 \times P_{MA}) \times 24}{0,96 \times \rho_{HFO}} \times 10^{-6} \text{ en (m}^3\text{)}$$

Siendo:

- $V_{TS}$ , el volumen de cada uno de los tanques de sedimentación.
- $P_{MP} = 10951,71 \text{ Kw}$ , la MCR del motor principal.
- $P_{MA} = 910 \text{ Kw}$ , la MCR del motor auxiliar.

Resultando un volumen efectivo (restando un 4% por pérdidas) de:

$$V_{TS} = 73,55 \text{ m}^3$$

Cada uno de los dos tanques dispuestos para esta función tienen un volumen efectivo (96% del volumen total) de  $85,59 \text{ m}^3$ . Estos tanques van calefactados con serpentines de vapor para estar a  $70^\circ\text{C}$ .

#### 5.1.4.- Tanque de Almacén

##### 5.1.4.1.- Tanque de Almacén HFO

En las especificaciones del buque proyecto se exige que el volumen mínimo de HFO sea  $2200 \text{ m}^3$ . Segregado como se ha expuesto anteriormente.

De acuerdo con el cuaderno nº 4 (Cálculos de la arquitectura naval), el volumen total de los tanques es  $2268,9 \text{ m}^3$  ( $2248,48 \text{ ton}$ ). Estos tanques están calefactados con serpentines de vapor para estar a  $40^\circ\text{C}$ .

Se dispondrán los siguientes tanques para almacenamiento:

Tanque	Volumen Bruto	Hierros	Volumen Neto
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	424,935	17,00	407,94
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	424,935	17,00	407,94
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	348,877	13,96	334,92
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	348,877	13,96	334,92
HFO Almacén <1,5%S Estribor	223,929	8,96	214,97
HFO Almacén <1,5%S Babor	223,929	8,96	214,97
HFO Almacén <0,1%S Estribor	183,982	7,36	176,62
HFO Almacén <0,1%S Babor	183,982	7,36	176,62
HFO Sedimentación Estribor	122,595	4,90	117,69
HFO Sedimentación Babor	122,595	4,90	117,69
HFO Servicio Diario Estribor	123,42	4,94	118,48
HFO Servicio Diario Babor	123,42	4,94	118,48
			2268,90816

La capacidad conjunta de estos tanques es de  $2268,9 \text{ m}^3$  que cumple con los requisitos establecidos.

##### 5.1.4.2.- Tanque de Almacén DO

En las especificaciones del buque proyecto no se exige un volumen de DO; aunque el buque dispone de DO, ya que lo emplea el motor principal al llegar a puerto, así como los grupos generadores. Observando otros buques de la base de datos, se observa que el volumen de DO aproximadamente está entre el 7% y 10% del volumen de HFO. Por esto se ha dispuesto un volumen de DO que suponga el 8,52 % de HFO. El volumen de DO es  $193,46 \text{ m}^3$ .

### 5.1.5.- Tanques de reboses y derrames de combustible

Este tanque es capaz de almacenar el equivalente a cinco horas de consumo del motor principal, más un 10%. Por lo tanto el volumen mínimo del tanque de reboses y derrames de combustible es:

$$V_{TRD} = 1,1 \times \frac{C_e \times (P_{MP} \times 5)}{0,96 \times \rho_{HFO}} \times 10^{-6} \quad \text{en } (m^3)$$

Siendo:

- $V_{TRD}$ , el volumen del tanque de reboses y derrames de combustible.
- $P_{MP} = 10951,71 \text{ kW}$ , la MCR del motor principal.
- $\rho_{HFO} = 0,991 \text{ t/m}^3$ .

Resultando un volumen efectivo (restando un 4% por hierros) de:

$$V_{TRD} = 11,42 \text{ m}^3$$

El tanque dispuesto para esta función tienen un volumen efectivo (96% del volumen total) de  $12,13 \text{ m}^3$ .

### 5.1.6.- Tanques de Lodos

El buque proyecto dispone de incineradora, y de acuerdo con el MARPOL (revisión 1990), regla 12.1, el volumen del tanque de lodos es:

$$V_{TLodo} = 2 \text{ m}^3$$

## 5.2.- Bombas

### 5.2.1.- Bombas de Trasiego

Para el trasiego de HFO desde el tanque almacén hasta el tanque de sedimentación se dispone de dos bombas, una de respeto de la otra. Son de desplazamiento positivo (de engranajes o de husillos).

El caudal de las bombas de trasiego es el mayor de las siguientes tres opciones (deben ser capaces de llevar a cabo las tres actividades):

- Achique completo de un tanque de almacén de combustible en 12 horas trabajando las dos simultáneamente:

$$Q_1 = \frac{V_{TA}}{2 \times 12} \quad (m^3/h)$$

Siendo  $V_{TA} = 407,94 \text{ m}^3$  el volumen del mayor tanque de almacén, resulta:

$$Q_1 = 17,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Llenado de un tanque de sedimentación en una guardia de 4 horas:

$$Q_2 = \frac{V_{TS}}{4} \left( \text{m}^3/\text{h} \right)$$

Siendo  $V_{TS} = 117,69 \text{ m}^3$  el volumen del mayor tanque de almacén, resulta:

$$Q_2 = 30,65 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Garantía de caudal igual a diez veces el consumo del motor principal:

$$Q_3 = 10 \times \frac{C_e \times MCR}{\rho_{comb}} \times 10^{-6} \left( \text{m}^3/\text{h} \right)$$

Siendo:

- $C_e$ , el consumo específico del combustible,  $187,86 \text{ g}/\text{kWh}$ .
- $MCR = 10951,71 \text{ kW}$ .
- $\rho_{comb} = 0,991 \text{ t}/\text{m}^3$ .

Resultando:

$$Q_3 = 20,76 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se observa que el segundo caso es el mayor, por lo tanto cada bomba de trasiego debe ser capaz de suministrar  $30,65 \text{ m}^3/\text{h}$ . La potencia que consume esta bomba es, suponiendo una presión de 3 bares, una temperatura de  $40^\circ\text{C}$ , un rendimiento mecánico de la bomba de 0,46 y un rendimiento eléctrico de 0,86:

$$P = 6,46 \text{ kW}$$

### 5.2.2.- Bomba previa a la depuradora

Esta bomba se estudiará específicamente en el apartado 5.3 junto con el resto de los elementos del servicio de purificación de combustible.

### 5.2.3.- Bombas de Suministros o de Baja

#### 5.2.3.1.- Bomba de Suministros de combustible HFO

Estas bombas llevan el combustible desde el tanque de servicio diario al colector de retornos (hasta que el motor entre en régimen), o hasta la bomba de alta (o de circulación). Una de las dos será de respeto de la otra; serán bombas de husillos.

Teniendo en cuenta las especificaciones del motor principal, la potencia eléctrica que consumen estas bombas es, suponiendo una presión de 4 bares, un caudal de 3,7 m<sup>3</sup>/h, una temperatura de 150 °C, un rendimiento mecánico de la bomba de 0,42, la densidad del HFO de 0,991 t/m<sup>3</sup> y un rendimiento eléctrico de 0,73:

$$P = 1,34 \text{ kW}$$

#### 5.2.3.2.- Bomba de Suministros de combustible (puerto)

Se dispone de dos bombas, una de de respeto de la otra, que suministran el combustible necesario para el funcionamiento de dos de los auxiliares.

La potencia eléctrica que consumen estas bombas es, suponiendo una presión de 6 bares, un caudal de 0,6 m<sup>3</sup> /h, una temperatura de 150 °C, un rendimiento mecánico de la bomba de 0,40, la densidad del HFO de 0,991 t/m<sup>3</sup> y un rendimiento eléctrico de 0,73:

$$P = 0,35 \text{ kW}$$

#### 5.2.3.3.- Bomba de Circulación o de Alta

Se han instalado dos, una de respeto de la otra, y son de husillos. Son las bombas de alta y llevan el combustible desde el colector de retornos (hasta que el motor entre en régimen), o desde la bomba de baja (o de suministro) hasta el calentado de combustible del motor principal.

Teniendo en cuenta las especificaciones del motor principal. La potencia eléctrica que consumen estas bombas es, suponiendo una presión de 6 bares, un caudal de 6,3 m<sup>3</sup>/h, una temperatura de 150 °C, un rendimiento mecánico de la bomba de 0,44, la densidad del HFO de 0,991 t/m<sup>3</sup> y un rendimiento eléctrico de 0,8:

$$P = 2,98 \text{ kW}$$

#### 5.2.3.4.- Bomba de DO

Suministra DO a los motores auxiliares y es una bomba de husillo. De acuerdo a las necesidades de la maquinaria auxiliar de los grupos generadores, el caudal que debe manejar la bomba por cada grupo diesel-alternador (con un margen considerable) es de 1,6 m<sup>3</sup>/h.

La potencia eléctrica que consume esta bomba es, suponiendo una presión de 10 bares, un caudal de 1,6 m<sup>3</sup>/h, una temperatura de 40 °C, un rendimiento mecánico de la bomba de 0,42, la densidad del DO de 0,84 t/m<sup>3</sup> y un rendimiento eléctrico de 0,73:

$$P = 1,45 \text{ kW}$$

#### 5.2.3.4.- Bomba de lodos

La bomba de lodos (de husillos) se dimensiona de modo que sea capaz de vaciar el tanque de lodos en un tiempo aproximado de dos horas. Por lo tanto el caudal es:

$$Q = 1 \text{ m}^3/\text{h}$$

La potencia eléctrica que consumen estas bombas es, suponiendo una presión de 3 bares, un caudal de 1 m<sup>3</sup>/h, una temperatura de 50 °C, un rendimiento mecánico de la bomba de 0,40, la densidad del HFO de 0,991 t/m<sup>3</sup> y un rendimiento eléctrico de 0,73:

$$P = 0,29 \text{ kW}$$

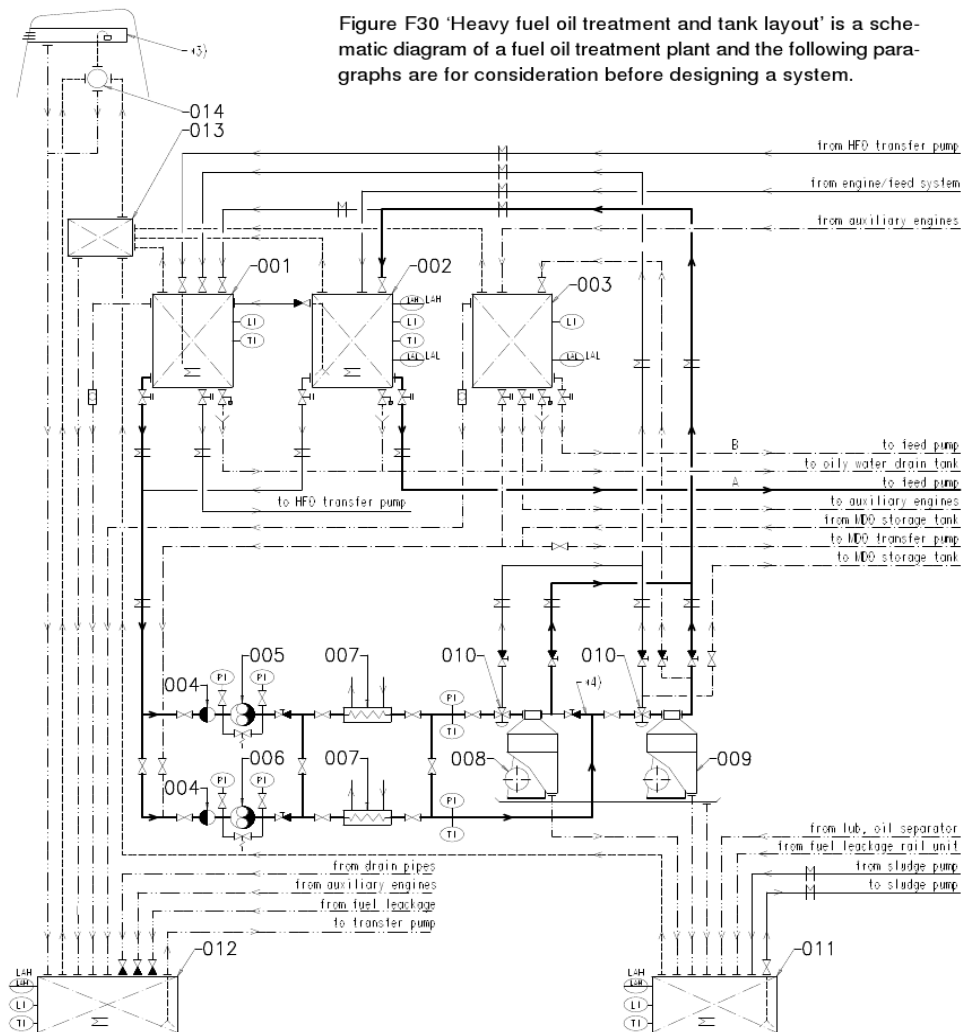
### **5.3. Sistema de depuración de combustible**

La elevada concentración de contaminantes sólidos y líquidos en los combustibles actualmente empleados hacen absolutamente imprescindible la instalación a bordo de un sistema para su tratamiento y limpieza. Las partículas sólidas presentes en el fuel son principalmente hollines, arena, polvo, impurezas procedentes de la oxidación y corrosión de las tuberías y catalizadores residuales del proceso de refino del crudo. Los contaminantes líquidos son fundamentalmente agua dulce y agua salada.

Todas estas impurezas del combustible pueden causar daños importantes en las bombas, válvulas e inyectoras, el deterioro de las camisas de los cilindros y de los asientos de las válvulas de exhaustación, así como el ensuciamiento de los conductos de evacuación de gases y de las paletas de las turbosoplantes.

El sistema de tratamiento del combustible estará constituido por precalentadores de combustible, separadoras centrífugas, filtros y bombas. El esquema de este sistema es el que se muestra en la siguiente figura:





Donde los elementos 001, 002, 003, son los tanques de sedimentación, servicio diario y Diesel Oil respectivamente, los elementos 008 y 009 son las separadoras y los elementos 0011y 0012 son los tanques de lodos y rebose respectivamente.

Los sólidos que, debido a su pequeño tamaño, no pueden ser eliminados por filtrado, y los contaminantes líquidos, serán separados por decantación aprovechando la diferencia de densidades. Una primera separación de agua y lodos se produce en los tanques de sedimentación. La entrada a estos tanques del combustible procedente del tanque almacén se efectuará por su parte superior para evitar el riesgo de tener una temperatura demasiado baja en la aspiración de la bomba de alimentación de las separadoras centrífugas. Se instalarán interruptores de nivel que eviten que la fluctuación de nivel en los tanques se traduzca en fluctuaciones de temperatura. La temperatura en los tanques de sedimentación no será inferior a 50° C y se mantendrá constante regulando en forma automática la entrada de vapor. También se instalará en los tanques un detector de alto nivel de agua para avisar de la necesidad de purga.

Desde el tanque de sedimentación el combustible es impulsado hacia las centrifugadoras por medio de la bomba de alimentación que serán de desplazamiento positivo y flujo constante. La práctica habitual consiste en instalar dos bombas de alimentación, una de ellas de respaldo de la otra. La aspiración de este tipo de bombas

desde el tanque de sedimentación debe situarse a suficiente altura para impedir que el agua que se esté sedimentando acceda a las separadoras.

La constancia en el flujo de combustible es esencial para mantener una buena separación, especialmente con combustibles de alta densidad. El caudal no debe verse afectado por las variaciones de consumo de los motores y, en condiciones normales de funcionamiento, dicho caudal será superior al consumo de los motores, por lo que se montará una tubería de rebose desde el tanque de servicio diario hasta el de sedimentación. Esta tubería partirá de la parte baja del tanque de servicio diario para así recircular el posible contenido de agua que por condensación, pérdidas de vapor o cualquier otra causa aparezcan en este tanque. Asimismo, se instalará un sistema neumático de regulación de caudal para asegurar la constancia del flujo requerido por la planta de tratamiento. Este sistema neumático servirá, además, para distribuir el caudal entre las separadoras en el caso de que operen en paralelo.

Después de las bombas de alimentación se instalarán dos precalentadores de vapor, uno de respeto del otro. La razón de que sean de vapor es que su rapidez de respuesta es superior a la de los eléctricos. La temperatura del combustible a la entrada de las separadoras debe ser de 98°C y es esencial que se mantenga constante para conseguir una separación óptima. Para esto, se instalará un sistema de control con una desviación máxima de 2° C.

Para el tratamiento del combustible pesado es obligatoria la instalación de dos separadoras centrífugas, una de respeto de la otra. Dada la obligatoriedad de su instalación es preferible tenerlas en uso simultáneamente para mejorar la calidad del tratamiento. Las dos centrifugadoras se instalarán en serie, esto es, la primera actuará de purificadora, separando lodos y agua del combustible, y la segunda como clarificadora, eliminando lodos y sólidos. Esta configuración de las centrifugadoras proporciona, aparte de la mencionada mejora en el tratamiento, una mayor seguridad en el caso de que por cualquier causa falle durante el funcionamiento alguna de ellas. No obstante, las centrifugas se conectarán de manera que puedan actuar en paralelo, como purificadoras, disminuyendo su caudal a la mitad del nominal. Esta configuración se adoptará en el caso de que exista una excesiva cantidad de lodos y agua en el combustible. Para el tratamiento del diesel oil se instalará una separadora centrífuga de menor capacidad que las de fuel oil. Al no ser claro el dimensionamiento de esta separadora, se suele utilizar una del mismo tamaño que la de aceite de forma que, la de diesel oil, con las modificaciones oportunas, sirva de respeto de la de aceite.

### 5.3.1.- Separadoras centrífugas de HFO

Se instalan dos separadoras centrífugas autolimpiantes, puesto que el buque proyecto tiene la disposición de cámara de máquinas desatendida.

Para la estimación del caudal de las separadoras, se realiza de dos modos tomando el mayor de los dos:

- a) El fabricante del motor da un valor orientativo (no vinculante):

$$Q = 0,27 \times (P_{MP} + 2 \times P_{MA}) \quad \text{en } \left( \frac{l}{h} \right)$$

Siendo:

- $P_{MP} = 10951,71$  kW, la MCR del motor principal.
- $P_{MA} = 910$  kW, la MCR del motor auxiliar.

Resultando:

$$Q = 3637,36 \left( \frac{l}{h} \right)$$

- b) Por necesidades de operación, se exige que se depure en 12 horas el consumo de un día del motor principal y dos auxiliares (a la potencia máxima):

$$Q = \frac{C}{t_1 \times \rho_{HFO}} \quad \text{en} \left( \frac{l}{h} \right)$$

Siendo C el consumo diario del motor principal y dos auxiliares:

- $C = C_e \times (P_{MP} + 2 \times P_{MA}) \times t_2$
- $P_{MP} = 10951,71$  kW, la MCR del motor principal.
- $P_{MA} = 910$  kW, la MCR del motor auxiliar.
- $t_1 = 12$  horas.
- $t_2 = 24$  horas.

Obteniéndose:

$$Q = 4948,32 \left( \frac{l}{h} \right)$$

Por lo tanto el caudal de cada una de las depuradoras es de:

$$Q = 5000 \left( \frac{l}{h} \right)$$

Se estima la potencia eléctrica de cada separadora en 7 KW.

#### 5.3.1.1.- Bombas de alimentación de las separadoras de HFO

Se instalan dos bombas de alimentación, una de las bombas de respeto. Así las separadoras pueden funcionar la primera como purificadora y la segunda como clarificadora, pero cuando trabajen ambas en paralelo será necesario conectar las dos bombas simultáneamente.

Se utilizan bombas de husillos. La potencia que consumen estas bombas es, suponiendo una presión de 4 bares, un caudal de  $6 \text{ m}^3/\text{h}$ , una temperatura de  $70^\circ\text{C}$ , un rendimiento mecánico de la bomba de 0,42 y un rendimiento eléctrico de 0,73:

$$P = 2,17 \text{ Kw}$$

#### 5.3.1.1.- Precalentador de las separadoras centrífugas de HFO

Se disponen dos intercambiadores de calor de placas, uno para cada separadora, que son capaces de elevar la temperatura del HFO, que proviene del tanque de sedimentación, desde 70°C hasta 98 °C.

El caudal que pasa por cada intercambiador es el mismo que el que pasa por las separadoras. El caudal de vapor que pasa por cada intercambiador está calculado en el apartado de sistema de vapor en este cuaderno.

### 5.3.2.- Separadora centrífuga de DO

Se instala una separadora centrífuga autolimpiable del mismo tamaño que la de aceite, de forma que la de DO con las oportunas modificaciones sirva de respeto para aceite.

Se dispone de una purificadora con capacidad nominal para 3200  $\left(\frac{l}{h}\right)$  de DO. Se estima el consumo eléctrico en 5 kW.

#### 5.3.2.1.- Bomba de alimentación de las separadoras centrífugas de DO

Se instalan dos bombas de husillo, una de respeto de la otra, que alimentan la purificadora a partir del tanque almacén. El caudal de estas bombas coincide con la cantidad de diesel oil que es capaz de tratar la separadora centrífuga.

La potencia eléctrica que consumen estas bombas es, suponiendo una presión de 4 bares, un caudal de 3,7 m<sup>3</sup>/h, una temperatura de 40 °C, un rendimiento mecánico de la bomba de 0,43, la densidad del DO de 0,84 t/m<sup>3</sup> y un rendimiento eléctrico de 0,73:

$$P = 1,34 \text{ kW}$$

#### 5.3.2.2.- Precalentador de DO de la separadora centrífuga

Es un intercambiador de calor que funciona con vapor. Su misión es elevar la temperatura del DO hasta 40 °C, que es la temperatura a la que trabaja la separadora. El caudal que pasa por este intercambiador es el mismo que el que suministra una bomba de alimentación de la separadora. El caudal de vapor que pasa por este precalentador está calculado en el apartado de sistema de vapor en este cuaderno.

## **6.- SISTEMAS DE LUBRICACIÓN Y REFRIGERACIÓN POR ACEITE**

El servicio de lubricación afecta tanto a la maquina principal como a las maquinas auxiliares. En particular, en la maquina principal habrá que lubricar el cárter, los cilindro, etc. Consideraremos conjuntamente la lubricación del cárter y cojinetes.

También se comentará el sistema de aceite de auxiliares, así como el sistema de lubricación del eje de cola.

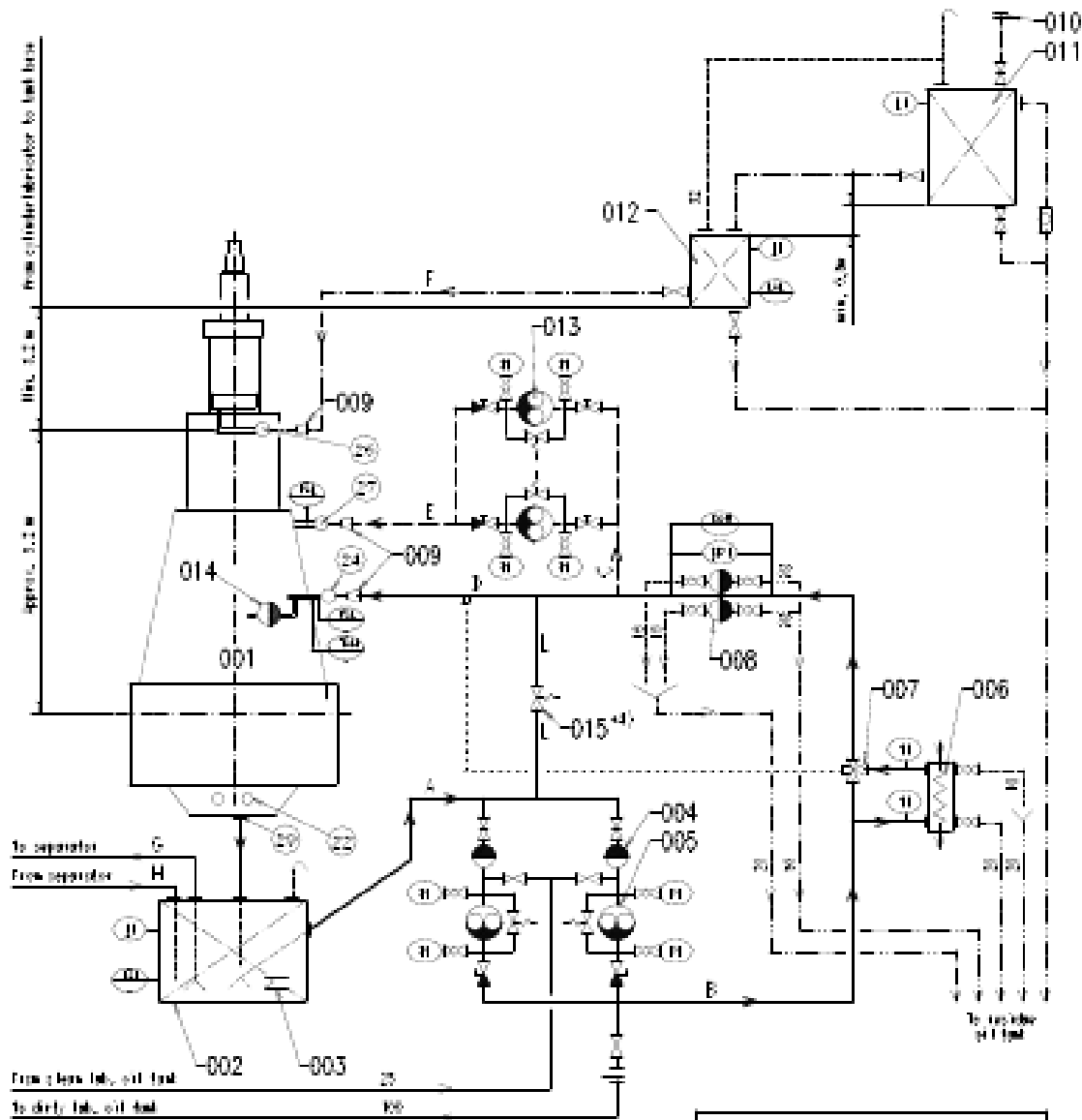
El sistema de aceite está en consonancia con las exigencias de la sociedad de clasificación (Part C. CH 1, Secc 10).

### **6.1.- Motor principal**

Debido a que contamos con un motor diesel de dos tiempos para la propulsión de nuestro buque, el espacio del cilindro y del cárter están separados de tal forma que la única zona en la que puede existir contacto – el vástago del pistón – está rodeada por una torre de empaquetados y aros rascadores para evitarlo. Por esta razón, la lubricación de ambos espacios se llevara a cabo por medio de subsistemas distintos (lubricación de camisas y lubricación de cárter o cojinetes) e incluso con aceites diferentes según sea lo más adecuado.

El aceite de lubricación de los cilindros no se recupera y se encarga del engrase de los cilindros. El otro aceite (de mejores características lubricantes) funciona en circuito cerrado y se emplea para cojinetes, patines, bulones, etc.

El esquema principal de lubricación es el siguiente:



Siendo:

- 001 Motor principal
- 002 Tanque de drenaje
- 003 Calentador
- 004 Filtro de succión
- 005 Bomba de aceite
- 006 Enfriador de aceite
- 007 Válvula control de temperatura
- 008 Filtro aceite
- 009 Pieza reductora
- 010 Conexión a cubierta
- 011 Tanque de almacenamiento de aceite
- 012 Tanque servicio diario
- 013 Bomba aceite lubricación eje de levas
- 014 Filtro aceite en el motor
- 015 Válvula de control de presión

### El Ciclo de Lubricación

El aceite se almacena en un tanque de doble fondo 03, situado inmediatamente debajo del motor principal 1. La descarga desde el cárter del motor al tanque de servicio del doble fondo se realiza por gravedad. De este tanque aspiran las bombas de aceite 5, una de servicio y otra de respeto, a través del filtro de aspiración 4. El aceite es enviado por las bombas hacia enfriador 6. En este circuito la variable a mantener es la temperatura a la entrada al motor por lo que se situará un sensor de temperatura a la entrada del motor. Este sensor da una señal a la válvula automática de tres vías 7, que permitiendo el by-pass de mayor o menor flujo de aceite del enfriador, mantendrá la temperatura a la entrada del motor a unos 45° C. A la salida del enfriador el flujo de aceite pasa por un filtro dúplex 8, y, a continuación, se distribuye entre dos ramas diferentes. La primera de ellas, rama principal, llevará el aceite para la lubricación de los cojinetes de crucetas, cigüeñal y bielas, así como para la refrigeración de pistones y de las turbosoplantes. La otra rama toma de la principal y, aumentando la presión mediante las bombas 13, sirve a la lubricación del eje de levas y de las válvulas de exhaustación neumáticas. Una vez lubricadas las diferentes partes del motor, el aceite baja por gravedad al cárter y de aquí pasa al tanque de drenaje del doble fondo del que, de nuevo, es aspirado por las bombas cerrándose así el ciclo.

El aceite de este esquema se utiliza, como se ha dicho, para la refrigeración de pistones. Dicha refrigeración se realiza proyectando el aceite contra la superficie interior de la cabeza del pistón y, por tanto, el aceite estará sujeto a altas temperaturas. Por ello, el aceite debe tener buena estabilidad térmica y oxidante, y un cierto grado de poder dispersante para prevenir la formación de depósitos sobre las superficies calientes del sistema.

#### **6.1.1.- Sistema de lubricación de Cilindros del MP**

El aceite de este sistema se inyecta directamente sobre la superficie de las camisas y sus características físicas y químicas van determinadas por la misión que debe cumplir:

- Reducir la fricción y el desgaste entre aros y camisas.
- Colaborar con la estanqueidad entre aros y pistones.
- Proteger las camisas de la corrosión en frío (motor parado), consecuencia del contenido en azufre de los combustibles empleados en el motor.

El aceite para este propósito se carga en un tanque almacén de forma similar a como se hace con el combustible.

El aceite sale del tanque almacén 011 y pasan por unos filtros que eliminan las partículas en suspensión, y posteriormente es impulsado por la bomba de trasiego hasta el tanque de servicio 012. Puesto que existe respeto de la bomba de trasiego, se ha instalado una bomba manual para realizar este servicio, en caso de que fallara la eléctrica.

Desde el tanque de servicio, el aceite es conducido hasta el motor, en donde está integrado el equipo que lleva el lubricante hasta las cánulas de suministro.

Para impulsar el aceite desde el tanque de servicio no se dispone de bomba alguna, el lubricante fluye por gravedad, aprovechando las presiones que proporciona

la diferencia de cotas a las que se encuentran el tanque y el motor. Para conseguir la presión adecuada el fabricante recomienda que desde la salida del tanque hasta la entrada en el motor haya una altura mínima de 3 m, cosa que se consigue sin dificultad pues el tanque se encuentra en la segunda plataforma obteniéndose una altura aproximadamente de 10,68 m.

Seguidamente se presenta un esquema del sistema de lubricación de cilindros del fabricante del motor (especificaciones del motor principal):

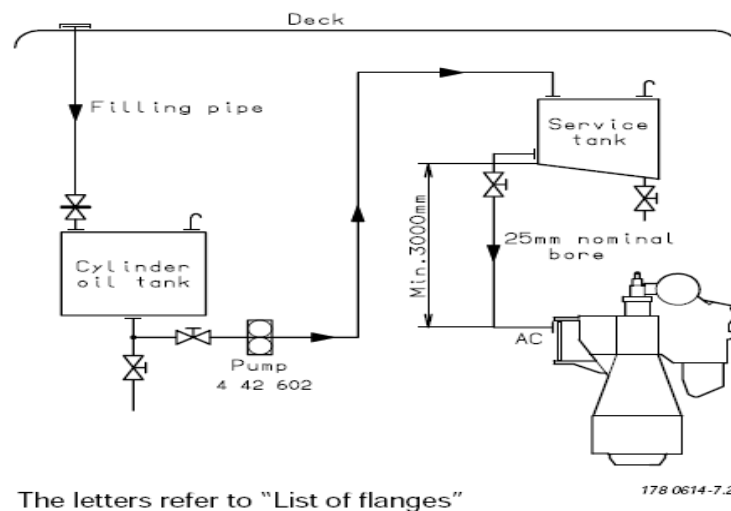


Fig. 6.04.01: Cylinder lubricating oil system

Siguiendo las recomendaciones del fabricante, el aceite de camisas tiene un grado de viscosidad SAE 50 y un nivel de alcalinidad 70 TBN cuando se quema HFO con contenidos de azufre entre el 1% y el 5%. Sin embargo, algunos aceites de elevada alcalinidad pueden resultar compatibles con combustibles de bajo contenido en azufre. En consecuencia, se recomienda cambiar a un aceite de inferior alcalinidad (10 – 20 TBN) cuando se tenga previsto la operación con DO durante un período superior a las 10 horas. Si se opera con un HFO de alto contenido en azufre se recomienda emplear un aceite de mayor alcalinidad (80 TBN).

La cantidad de suministro de aceite de cilindros es proporcional al porcentaje de azufre en el combustible que se está quemando en ese momento y de la carga del motor. El fabricante indica que el consumo de aceite de cilindros está en el intervalo 0,9 – 1,4 g/KWh.

#### 6.1.1.1.- Tanque almacén de aceite de camisas

Almacena todo el aceite que se va a necesitar a lo largo de la travesía. Según las especificaciones del motor principal, el consumo de aceite a la potencia máxima continua puede variar entre 0,9 y 1,4 g/KWh. Para estimar las necesidades de aceite se toma como dato el valor máximo de ese intervalo.

Por lo tanto si se considera la autonomía del buque, el volumen mínimo del tanque de almacén aceite de cilindros es:



$$V_{TA} = 1,1 \times \frac{C_{eAc} \times P_{MP} \times Autonomía}{0,96 \times v \times \rho_A} \times 10^{-6} \quad \text{en } (m^3)$$

Siendo:

- $V_{TA}$ , el volumen del tanque de almacén de aceite de camisas.
- $P_{MP} = 10951,71$  kW, la MCR del motor principal.
- $C_{eAc} = 1,4 \frac{g}{kWh}$ , el consumo específico de aceite de camisas.
- $\rho_A = 0,92 \frac{t}{m^3}$ .
- $Autonomía = 15300,3$  millas náuticas, la autonomía del buque a 14 Kn.
- $v = 14$  Kn, la velocidad de servicio.

Resultando un volumen efectivo de:

$$V_{TA} = 15,74 \text{ m}^3$$

El tanque dispuesto para esta función tienen un volumen efectivo (96% del volumen total) de 17,75 m<sup>3</sup>.

#### 6.1.1.2.- Tanque de servicio de aceite de camisas

Tiene una capacidad mínima necesaria para satisfacer el consumo del motor principal durante siete días (168 horas). Teniendo en cuenta el consumo de aceite, este tanque debe albergar como mínimo la siguiente cantidad:

$$V_{TSA} = 1,1 \times \frac{C_{eAc} \times P_{MP} \times t}{0,96 \times \rho_A} \times 10^{-6} \quad \text{en } (m^3)$$

Siendo:

- $V_{TSA}$ , el volumen del tanque de servicio de aceite de camisas.
- $P_{MP} = 10951,71$  kW, la MCR del motor principal.
- $C_{eAc} = 1,4 \frac{g}{kWh}$ , el consumo específico de aceite de camisas.
- $\rho_A = 0,92 \frac{t}{m^3}$ .
- $t = 168$  horas, el tiempo de empleo del aceite del tanque.

Resultando un volumen efectivo de:

$$V_{TA} = 3,13 \text{ m}^3$$

El tanque dispuesto para esta función tienen un volumen efectivo (96% del volumen total) de  $4 \text{ m}^3$ .

#### *6.1.1.3.- Bombas de trasiego de aceite de camisas*

Se instalan dos bombas de husillos, una de ellas de respeto, cuya misión es llenar el tanque de servicio diario del aceite de cilindros. El caudal de las bombas es tal que aproximadamente en una hora se llene el tanque de servicio ( $4 \text{ m}^3$ ), en caso de que estuviera vacío.

La potencia eléctrica que consumen estas bombas es, suponiendo una presión de 4 bares, un caudal de  $4 \text{ m}^3/\text{h}$ , una temperatura de  $60^\circ\text{C}$ , un rendimiento mecánico de la bomba de 0,44, la densidad del aceite de  $0,92 \text{ t/m}^3$  y un rendimiento eléctrico de 0,73:

$$P = 1,38 \text{ kW}$$

#### **6.1.2.- Sistema de lubricación de Cojinetes de MP**

El sistema de lubricación de cojinetes tiene como misiones las siguientes:

- Reducción de la fricción entre los elementos en rozamientos.
- Eliminación del calor producido por la fricción.
- Protección antioxidante de los elementos de acero no recubierto del motor.
- Refrigeración del pistón.

El aceite se almacena en un tanque de doble fondo situado inmediatamente debajo del motor principal. La descarga desde el cárter del motor al tanque de servicio del doble fondo se realiza por gravedad. De este tanque aspiran dos bombas de aceite, una de servicio y otra de respeto, a través de un filtro de aspiración. El aceite es enviado por las bombas hacia el enfriador.

En este circuito la variable a mantener es la temperatura a la entrada del motor por lo que se sitúa en ese punto un sensor de temperatura. Este sensor da una señal a la válvula automática de tres vías, que permitiendo el by-pass de mayor o menor flujo de aceite del enfriador, mantiene la temperatura a la entrada del motor a unos  $45^\circ\text{C}$ . A la salida del enfriador el flujo de aceite pasa por un filtro. El exceso de aceite que pasa por el enfriador es recirculado hacia el tanque de servicio. Finalmente entra al motor.

Este aceite lubrica los cojinetes principales, los cojinetes de empuje, el amortiguador de vibraciones axiales, las turbosoplantes, y refrigera el pistón, el cojinete de cruceta y los cojinetes del pie del cigüeñal.

Una vez lubricadas las diferentes partes del motor, el aceite baja por gravedad al cárter, y de aquí pasa al tanque estructural del doble fondo, del que de nuevo será aspirado cerrándose el ciclo.

En este sistema también existe un tanque almacén cuya misión es la de reponer el aceite consumido por el motor y disponer de una carga de respeto. Hay pues una

tubería que lo une con el tanque de servicio, en la que hay una válvula que se acciona cuando el nivel de este alcanza un determinado valor mínimo.

Es esencial mantener la pureza del aceite, que no debe ser contaminado por agua salada u otras impurezas, por lo que debe haber en el circuito de purificadores centrífugos. El tanque almacén también puede ser rellenado con la carga de aceite proveniente de las purificadoras.

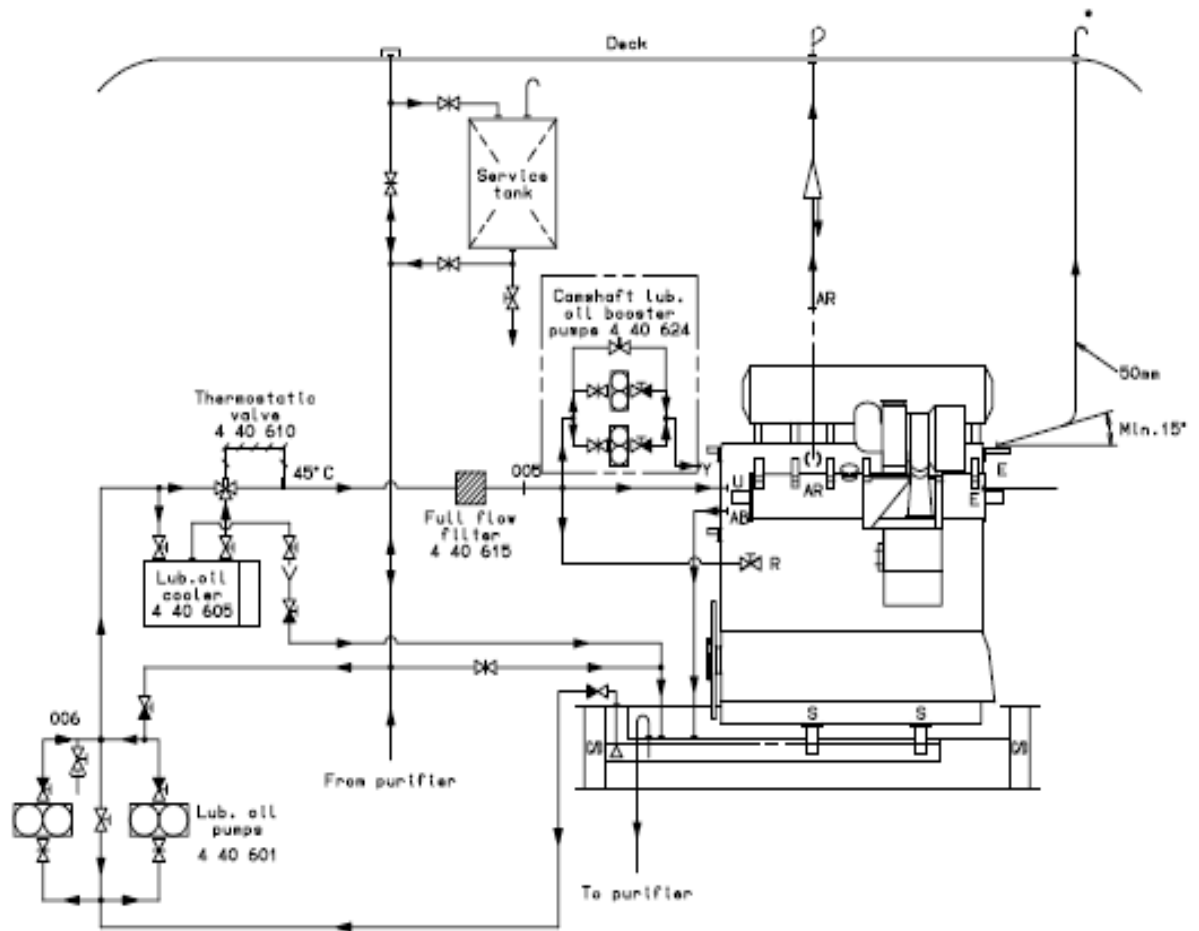
Existe otro tanque cuya misión es alojar el aceite que haya en el tanque de servicio en el caso de que hubiera que realizar una renovación total del aceite debida a su contaminación (tanque de aceite sucio). Este tanque también tiene comunicación con las centrifugadoras, pues en ocasiones una carga contaminada puede ser recuperada con un lavado en las purificadoras.

Para conducir el aceite del tanque de servicio hasta el sucio se dispone de dos bombas de trasiego, una de ellas de respeto que es la que se utiliza para llevar el aceite a las purificadoras.

En estos servicios, se recomienda utilizar aceite con las siguientes características:

- Grado de viscosidad: SAE 30 (Viscosidad: 75 cSt a 50°C, máximo 400 cSt, cuando se arranca en frío).
- Grado de basicidad: TBN 5-10.

En la siguiente figura se presenta el esquema del sistema de lubricación de cojinetes del fabricante del motor:



#### 6.1.2.1.- Tanque de almacén de aceite de cojinetes

Contiene el aceite que se utiliza para rellenar el posible consumo que sufre el tanque de servicio, pero también sirve para renovar toda la carga de ese tanque en caso de que haya una contaminación grave del aceite y se tenga que trasladar al tanque sucio.

El tanque de almacén de aceite es de 42,49 m<sup>3</sup>, con un TBN muy bajo (5-10).

#### 6.1.2.2.- Tanque de servicio de aceite de cojinetes

Es un tanque estructural situado en el doble fondo de la cámara de máquinas, inmediatamente debajo del motor principal. El fabricante indica la capacidad mínima de este tanque, que en el caso del motor seleccionado (como indica en sus especificaciones) es de 30,4 m<sup>3</sup>, inferior al instalado (32,47 m<sup>3</sup>).

El sistema se ha diseñado para que este tanque contenga como mínimo el 90% de su volumen, conectándose en caso contrario la válvula que permite pasar aceite del tanque almacén, y cortándose el suministro cuando se alcance un grado de llenado del 95%.

#### 6.1.2.3.- Tanque de aceite sucio del motor principal

Este tanque tiene prácticamente la misma capacidad que el de servicio, y nuestro tanque es de 32,35 m<sup>3</sup>. Al tanque sucio van a parar todo el aceite del tanque de servicio, en el caso de que se contaminara gravemente. En caso de avería en el tanque de servicio puede ser utilizado como tal, de ahí que se sitúe a proa del de servicio.

#### 6.1.2.4.- Purificadora centrífuga de aceite de cojinetes

Se instala una purificadora centrífuga autolimpiable para el aceite de cojinetes al ser una cámara de máquinas desatendida.

El fabricante del motor recomienda que la separadora trate la cantidad de 0,136 *litro/kWh*, por lo tanto el caudal que pasa por la purificadora centrífuga es, con una MCR de 14560 kW:

$$Q = 1,98 \text{ m}^3/h$$

El tanque de servicio de aceite de cilindros contiene 32,63 m<sup>3</sup> de aceite que al ser tratados a razón de 2,719 m<sup>3</sup>/h son purificados en unas 12 horas. Se recomienda que todo el aceite pase por la purificadora de 2 a 2,5 veces al día. Purificar todo el aceite dos veces y media al día, es equivalente a trabajar con un volumen de aceite de 45 m<sup>3</sup>, lo que implica un caudal de 3750 l/h (3,75 m<sup>3</sup>/h).

Se instala por tanto, una purificadora capaz de tratar un caudal de 3800 l/h de aceite con un consumo eléctrico estimado de 7 kW.

#### 6.1.2.5.- Enfriador de aceite de cojinetes

Está dispuesto en el circuito de baja presión y justo antes de la ramificación del circuito de alta. Es de placas y el refrigerante será agua dulce. El sistema de refrigeración empleado está centralizado.

#### 6.1.2.6.- Bombas de circulación de aceite de cojinetes

Se disponen dos bombas de husillos para la circulación del aceite de cojinetes, una de ellas de respeto de la otra. Para determinar las características de las bombas que se han instalado, se han tenido en cuenta las especificaciones del motor.

La potencia eléctrica que consumen estas bombas es, suponiendo una presión de 5 bares, un caudal de 450 m<sup>3</sup>/h, una temperatura de 60 °C, un rendimiento mecánico de la bomba de 0,50, la densidad del aceite de 0,92 t/m<sup>3</sup> y un rendimiento eléctrico de 0,92:

$$P = 135,87 \text{ kW}$$

*6.1.2.7.- Bombas de la unidad hidráulica de suministro de potencia*

Se disponen dos bombas de husillos, una de ellas de respeto de la otra. Estas bombas funcionan sólo en el arranque del motor, ya que después de entrar en servicio las bombas accionadas por el propio motor, éstas se paran. Para determinar las características de las bombas que se han instalado, se han tenido en cuenta las especificaciones del motor.

La potencia eléctrica que consumen estas bombas es, suponiendo una presión de 8 bares, un caudal de 205 m<sup>3</sup>/h, una temperatura de 70 °C, un rendimiento mecánico de la bomba de 0,48, la densidad del aceite de 0,92 t/m<sup>3</sup> y un rendimiento eléctrico de 0,92:

$$P = 103,16 \text{ kW}$$

*6.1.2.8.- Bombas de trasiego de aceite de cojinetes*

Se instalan dos bombas de husillos de trasiego de aceite, siendo la de respeto la que se encarga de bombear el aceite hacia la purificadora. Por tanto el caudal de las bombas está condicionado por la cantidad de aceite que es capaz de tratar la purificadora.

La potencia eléctrica que consumen estas bombas es, suponiendo una presión de 4 bares, un caudal de 3,75 m<sup>3</sup>/h, una temperatura de 90 °C, un rendimiento mecánico de la bomba de 0,44, la densidad del aceite de 0,92 t/m<sup>3</sup> y un rendimiento eléctrico de 0,73:

$$P = 1,3 \text{ kW}$$

#### *6.1.2.9.- Bomba de alimentación de la purificadora de aceite*

Se emplea para este servicio la bomba de trasiego de aceite de cojinetes de respeto.

#### *6.1.2.10.- Precalentador de aceite de cojinetes para la purificadora*

Se dispone de un intercambiador de calor que eleve la temperatura del aceite de cojinetes del motor hasta los 95°C. El caudal que pasa a través de él es el mismo que el de la purificadora de aceite de cojinetes.

### **6.2.- Motores auxiliares**

Los motores auxiliares correspondientes a los grupos generadores son motores de embolo buzo; es decir, la biela se une directamente con el pistón, por lo que no existe separación física entre el cilindro y el cárter. Debido a esto no hay circuitos de aceite diferenciados como ocurría en el motor principal.

Los motores disponen de su propio sistema de lubricación, son de cárter húmedo y carecen de tanques de retomo.

Al ser motores que pueden utilizar combustibles pesados, contaminan mucho el aceite (cuando operan con HFO), por lo que además necesitan un sistema de purificación continuo del mismo.

Las funciones que debe cumplir el aceite son reducir rozamientos y desgastes, refrigerar componentes, sellar el espacio entre segmentos y camisas, y proteger de la corrosión.

El sistema de purificación de aceite esta compuesto por una bomba de husillo que alimenta una purificadora, la propia purificadora centrífuga y un tanque de recirculación de aceite.

Los motores auxiliares instalados a bordo emplearan un aceite con las siguientes característica:

- Grado de viscosidad: SAE 40.
- Grado de basicidad:
  - TBN 10-30 cuando se opera con DO.
  - TBN 30-55 cuando se opera con HFO.

#### **6.2.1.- Tanque de almacén de aceite de motores auxiliares**

Este tanque contiene aceite que se utiliza para compensar las pérdidas que se producen en el cárter de los motores auxiliares, por lo que se ha estimado su capacidad en 32 m<sup>3</sup>.

### 6.2.2.- Purificadora centrífuga de aceite de motores auxiliares

Para calcular el caudal de las purificadoras de aceite de motores auxiliares se ha estimado que el consumo específico de aceite de los motores auxiliares es de  $1,4 \text{ g/kWh}$ . Además se considera que la cantidad de aceite a purificar (en una hora) es el aceite de 24 horas y las pasadas del aceite a través de la purificadora son cuatro. Así, el caudal mínimo de cada una de las purificadoras sería  $278,5 \text{ l/h}$ .

Por lo tanto se instalan sendas purificadoras con un caudal de  $290 \text{ l/h}$ . Se estima que la potencia eléctrica consumida por cada purificadora es de  $4 \text{ kW}$ .

### 6.2.3.- Bombas de alimentación de las purificadoras

Se disponen dos bombas de husillos, una de ellas de respeto de la otra, cuya función es la de trasegar aceite lubricante de motores auxiliares desde su tanque de almacén hasta las purificadoras centrífugas.

La potencia eléctrica que consumen estas bombas es, suponiendo una presión de 4 bares, un caudal de  $1 \text{ m}^3/\text{h}$ , una temperatura de  $85^\circ\text{C}$ , un rendimiento mecánico de la bomba de 0,40, la densidad del aceite de  $0,92 \text{ t/m}^3$  y un rendimiento eléctrico de 0,73:

$$P = 0,38 \text{ kW}$$

### 6.2.4.- Precalentador de aceite lubricante de las purificadoras

Se dispone de un intercambiador de calor que eleve la temperatura del aceite lubricante de los motores auxiliares hasta los  $95^\circ\text{C}$ . El caudal que pasa a través de él es el mismo que el de la purificadora de aceite de los motores auxiliares.

### 6.2.5.- Tanque de recirculación de aceite de la purificadora

Este tanque tiene una capacidad de  $2 \text{ m}^3$  y su misión es la de recibir el aceite lubricante de los motores auxiliares que es recirculado, para evitar su paso por la purificadora, con objeto de que el caudal que llegue a ésta sea constante, condición necesaria para mantener la constancia de la temperatura de separación de la purificadora.



### **6.3.- Ejes**

Se dispone de sistemas de aceite para el eje intermedio (chumacera de apoyo) y para el eje de cola.

#### **6.3.1.- Eje intermedio**

El eje intermedio dispone de una chumacera de apoyo. Esta chumacera consiste en un cojinete que rodea todo el eje, y a su vez este cojinete se encuentra sumergido en aceite. La lubricación es estática, y el aceite que baña el cojinete refrigera y lubrica a la vez.

#### **6.3.2.- Eje de cola**

Se dispone un sistema de aceite para el eje de cola. Este sistema tiene la doble misión de lubricar y refrigerar los cojinetes y el eje de cola.

Como el buque proyecto tiene un número de revoluciones del eje relativamente bajo, el sistema de lubricación es un sistema hidrostático; es decir, la lubricación se realiza por gravedad.

## 7.- SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN CENTRALIZADO

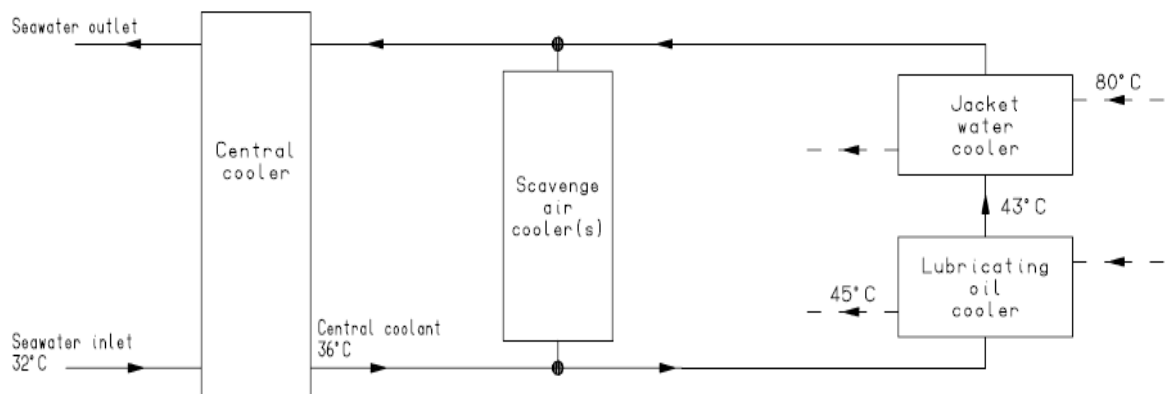
El agua salada es por excelencia la fuente fría de todos los procesos térmicos a bordo del buque, pero debido a los problemas que da el hecho de que la temperatura del agua salada no sea constante y de que el agua salada ataca a los materiales ferreos, se optó por una refrigeración centralizada que en esencia consiste en un circuito corto de agua salada en el que se incluye un intercambiador de calor en el cual el fluido secundario es agua dulce, que es la que realmente refrigerará lo que sea necesario en el buque.

Las principales ventajas y desventajas de este sistema de refrigeración son:

- Abaratamiento de las conducciones.
- Posibilidad de regular la temperatura aun con restricciones de flujo.
- Necesidad de un salto térmico adicional, es decir, temperaturas superiores de refrigeración e intercambiadores adicionales.

Este sistema estará compuesto por un circuito de agua salada, otro de agua dulce de baja temperatura y otro de agua dulce de alta temperatura. El circuito de baja temperatura se encarga del enfriador de aire de carga, y del de aceite, mientras que el de alta temperatura, incluye la refrigeración de las camisas y las tapas de los cilindros.

Los circuitos de agua dulce de alta y baja temperatura estarán conectados de tal forma que en las paradas, precalienten el motor principal y los auxiliares.



En el sistema de refrigeración centralizado se puede observar tres circuitos bien diferenciados:

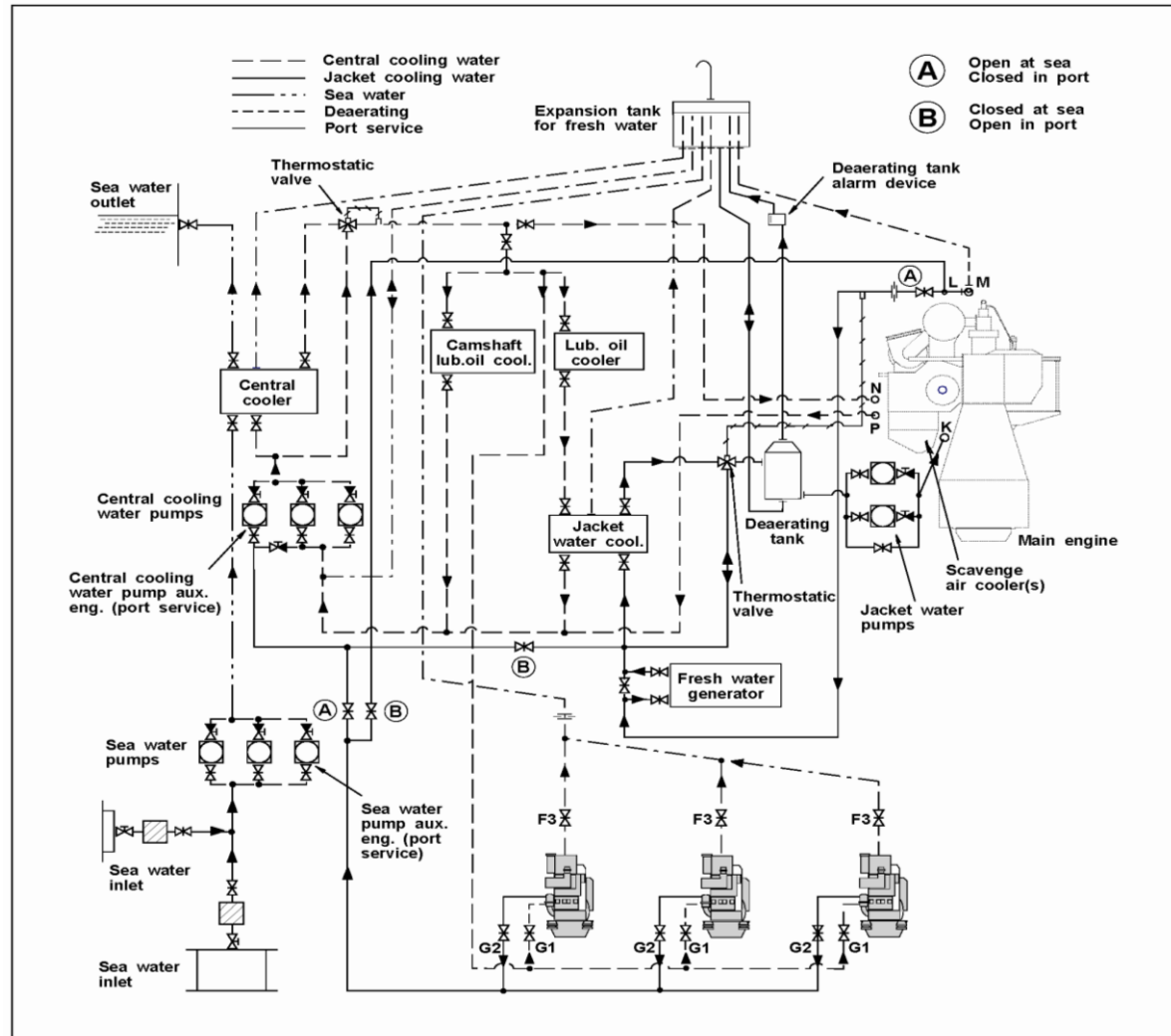
- Circuito de agua de mar
- Circuito de agua dulce de baja temperatura
- Circuito de agua dulce de alta temperatura

El circuito de baja temperatura se encarga del enfriador de aire de carga, y del de aceite, mientras que el de alta temperatura, incluye la refrigeración de las camisas y las tapas de los cilindros. Los circuitos de agua dulce de alta y baja temperatura estarán conectados de tal forma que en las paradas, precalienten el motor principal y los auxiliares.

El sistema de agua de refrigeración está en consonancia con las exigencias de la sociedad de clasificación (Part C., CH 1, Secc. 10).

Seguidamente se presenta el esquema general del sistema de refrigeración centralizado:

### Central Cooling Water System



### 7.1.- Circuito de agua de mar

El agua salada es aspirada a través de las tomas de mar, y filtrada posteriormente.

Una vez hecho esto, las bombas de este circuito la impulsan hacia el enfriador central, donde es extraído el calor del agua del circuito de baja temperatura. Por último se cierra el circuito de agua salada descargándose (el agua que proviene del intercambiador central) al mar.

### 7.1.1.- Bombas de agua salada

Se dispone de dos bombas centrífugas, una de respeto de la otra, para el sistema de agua salada. Para dimensionar el caudal de cada una de las bombas se tienen en cuenta las especificaciones del motor principal.

La potencia eléctrica que consumen estas bombas es, suponiendo una presión de 2,5 bares, un caudal de  $450 \text{ m}^3/\text{h}$ , una temperatura de  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ , un rendimiento mecánico de la bomba de 0,75, la densidad del agua salada de  $1,025 \text{ t/m}^3$  y un rendimiento eléctrico de 0,9:

$$P = 46,3 \text{ kW}$$

### 7.1.2.- Bomba de agua salada de servicio en puerto

Se dispone una bomba centrífuga, que sea capaz de abastecer a dos motores auxiliares más un 10%; es decir, un caudal de  $200 \text{ m}^3/\text{h}$  y 2,5 bares.

La potencia eléctrica que consumen estas bombas es, suponiendo una presión de 2,5 bares, un caudal de  $200 \text{ m}^3/\text{h}$ , una temperatura de  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ , un rendimiento mecánico de la bomba de 0,71, la densidad del agua salada de  $1,025 \text{ t/m}^3$  y un rendimiento eléctrico de 0,88:

$$P = 22,23 \text{ kW}$$

### 7.1.3.- Enfriador central

Al trabajar con agua de mar, se ha instalado un enfriador central de placas de titanio, para disminuir la corrosión que pudiera sufrir. Este intercambiador debe ser capaz de compensar, en la situación más crítica y sobre todo el circuito de agua dulce (motor principal y motor auxiliar), un aumento de energía de unos 10000 KW (especificaciones del motor principal).

Por un lado circula agua salada con un caudal de  $450 \text{ m}^3/\text{h}$  y por el otro el fluido de trabajo es el agua dulce del circuito de baja temperatura con un caudal de  $380 \text{ m}^3/\text{h}$ .

## 7.2.- Circuito cerrado de agua dulce de baja temperatura

En el enfriador central, el agua dulce de este circuito circula por él impulsada por las bombas del circuito cerrado de enfriamiento centralizado. Es el fluido

refrigerante del aceite lubricante y del agua de las camisas del motor principal, del aceite y cilindros de los motores auxiliares, del aire de barrido de todos ellos y de otros componentes como: servicio de aire comprimido, condensador de vapor, servicio de aire acondicionado, refrigerador de gambuza frigorífica, chumaceras y bocina.

En este circuito se instala una válvula termostática de tres vías que controla que la temperatura del agua no sea inferior a 10 °C.

La refrigeración de los motores auxiliares se lleva a cabo con agua dulce del circuito de baja temperatura, para lo que existe un by-pass que dirige agua hacia ellos. El sistema de refrigeración de estos motores consta de dos circuitos, uno para refrigerar el aire de barrido y para refrigerar el aceite y otro para las camisas. Este último necesita bombas adicionales, que son las de respeto de las que están incorporadas en los motores auxiliares (accionadas por los mismos motores auxiliares).

El circuito de baja se cierra enviando el agua que proviene de los enfriadores y de los auxiliares a las bombas de circulación de agua dulce.

Los elementos de este circuito se han dimensionado considerando el peor de los casos, es decir, operando simultáneamente el motor principal y los auxiliares.

### **7.2.1.- Bombas de agua dulce**

Se disponen dos bombas centrífugas, una de respeto de la otra. Cada una debe de dar el caudal de  $380 \text{ m}^3/\text{h}$  y 2,5 bares.

La potencia eléctrica que consumen estas bombas es, suponiendo una presión de 2,5 bares, un caudal de  $380 \text{ m}^3/\text{h}$ , una temperatura de 98 °C, un rendimiento mecánico de la bomba de 0,71, la densidad del agua dulce de  $1 \text{ t}/\text{m}^3$  y un rendimiento eléctrico de 0,9:

$$P = 41,3 \text{ kW}$$

### **7.2.2.- Bombas de agua dulce para servicio de puerto**

Se dispone una bomba centrífuga, que sea capaz de abastecer a dos motores auxiliares más un 10%; es decir, un caudal de  $60 \text{ m}^3/\text{h}$  y 2,5 bares.

La potencia eléctrica que consume esta bomba es, suponiendo una presión de 2,5 bares, un caudal de  $60 \text{ m}^3/\text{h}$ , una temperatura de 98 °C, un rendimiento mecánico de la bomba de 0,65, la densidad del agua dulce de  $1 \text{ t}/\text{m}^3$  y un rendimiento eléctrico de 0,86:

$$P = 7,45 \text{ kW}$$

### **7.2.3.- Enfriador del aceite lubricante del motor principal**

Se disponen dos intercambiadores de placas y de acero inoxidable, uno de respeto del otro, para refrigerar el aceite de lubricación de cojinetes. Cada uno de los intercambiadores son capaces de refrigerar el equivalente de 1260 kW (especificaciones del motor auxiliar).

Por un lado circula aceite lubricante (45 °C y 4,6 bares) con un caudal de 345  $m^3/h$  y por el otro el fluido de trabajo es el agua dulce (36 °C) del circuito de baja temperatura con un caudal de 164  $m^3/h$ .

### **7.2.4.- Enfriador del aire de barrido del motor principal**

El motor principal lleva integrado un enfriador que cumple con la función de enfriar el aire de carga, por lo que no hace falta instalar ningún intercambiador adicional. Este intercambiador es capaz de refrigerar el equivalente de 5860 kW (especificaciones del motor auxiliar).

Por un lado circula agua dulce (36 °C y 2,5 bares) con un caudal de 216  $m^3/h$  y por el otro el aire de barrido.

### **7.2.5.- Enfriadores de aceite lubricante de los motores auxiliares**

Los motores auxiliares llevan integrados los enfriadores de aceite, de agua de camisas. Cada intercambiador es capaz de refrigerar el equivalente de 127 kW (especificaciones del motor auxiliar).

Por un lado circula aceite lubricante (67 °C y 5 bares) con un caudal de 28  $m^3/h$  y por el otro el fluido de trabajo es el agua dulce (36 °C) del circuito de baja temperatura.

### **7.2.6.- Enfriadores de aire de barrido de los motores auxiliares**

Los motores auxiliares llevan integrados los enfriadores de aire de barrido. Cada intercambiador es capaz de refrigerar el equivalente de 467 kW (especificaciones del motor auxiliar).

Por un lado circula agua dulce (36 °C y 2,5 bares) con un caudal de 45  $m^3/h$  y por el otro el aire de barrido.

### **7.3.- Circuito cerrado de agua dulce de alta temperatura**

El motor principal dispone de un circuito independiente de agua dulce de alta temperatura para refrigeración de camisas dotado de dos bombas, con capacidad para enfriar el motor a plena carga. En este circuito, el agua caliente que ha refrigerado los cilindros, circula a través del generador de agua dulce, se enfría en el intercambiador de agua de camisas, y vuelve a entrar en el motor, completándose el ciclo.

Una válvula termostática de tres vías se encarga de mantener la temperatura del agua de refrigeración a la salida del motor a 80 °C, mezclando agua enfriada con otra sin refrigerar que no ha pasado por el enfriador de camisas.

A la entrada del motor se instala en by-pass un precalentador de agua alimentado con vapor, para asegurar que los elementos del motor están a una temperatura mínima de 50 °C en el momento de arranque del motor.

Dado que el caudal de agua necesario para el calentamiento es netamente inferior al necesario para la refrigeración, según el fabricante el caudal necesario es un 10% del caudal que circula por el enfriador de agua de camisas, se instala para este propósito una pequeña bomba en paralelo. Dicha bomba alimenta un precalentador de vapor donde al agua se le suministra el calor necesario para alcanzar los 50 °C que recomienda el fabricante para el precalentamiento.

#### **7.3.6.- Bombas de agua dulce para refrigeración de camisas**

Se disponen dos bombas centrífugas, una de respeto de la otra. Cada una debe dar el caudal de  $115 \text{ m}^3/\text{h}$  y 3 bares.

La potencia eléctrica que consumen estas bombas es, suponiendo una presión de 3 bares, un caudal de  $115 \text{ m}^3/\text{h}$ , una temperatura de 98 °C, un rendimiento mecánico de la bomba de 0,71, la densidad del agua dulce de  $1 \text{ t/m}^3$  y un rendimiento eléctrico de 0,88:

$$P = 15,34 \text{ kW}$$

#### **7.3.2.- Bomba de precalentamiento del agua de camisas**

Se dispone una bomba centrífuga. Esta bomba debe dar el caudal de  $6,9 \text{ m}^3/\text{h}$  y 3 bares.

La potencia eléctrica que consume esta bomba es, suponiendo una presión de 3 bares, un caudal de  $6,9 \text{ m}^3/\text{h}$ , una temperatura de 98 °C, un rendimiento mecánico de la bomba de 0,60, la densidad del agua dulce de  $1 \text{ t/m}^3$  y un rendimiento eléctrico de 0,73:

$$P = 1,31 \text{ kW}$$

### 7.3.3.- Enfriador de agua dulce para camisas del motor principal

Se instala un intercambiador de calor capaz de refrigerar el equivalente de 2170 kW (especificaciones del motor auxiliar).

Por un lado circula agua de camisas (80 °C y 3 bares) con un caudal de  $115 \text{ m}^3/\text{h}$  y por el otro el fluido de trabajo es el agua dulce (42 °C) del circuito de baja temperatura con un caudal de  $380 \text{ m}^3/\text{h}$ .

### 7.3.4.- Precalentador de agua de camisas

Se instala un intercambiador de placas capaz de aumentar la temperatura del agua de refrigeración hasta 50 °C.

Por un lado circula agua de camisas (50 °C y 3 bares) con un caudal de  $6,9 \text{ m}^3/\text{h}$  y por el otro el fluido de trabajo es vapor. La cantidad de calor que debe ser capaz de aportar es 1% del motor principal (102,6 kW) durante 12 horas.

El caudal de vapor que pasa por este precalentador está calculado en el apartado de sistema de vapor en este cuaderno.

### 7.3.5.- Enfriadores de agua dulce para camisas de los motores auxiliares

Los motores auxiliares llevan integrados los enfriadores de agua de camisas. Cada intercambiador debe ser capaz de refrigerar el equivalente de 320 kW (especificaciones del motor auxiliar).

Por un lado circula aceite lubricante (77 °C y 5 bares) con un caudal de  $45 \text{ m}^3/\text{h}$  y por el otro el fluido de trabajo es el agua dulce del circuito de alta temperatura.

### 7.3.6.- Tanque de des-aireación

La misión de este tanque es evitar la acumulación de gases y vapores en el circuito de agua dulce de alta, pues en este circuito el agua alcanza temperaturas próximas a su punto de ebullición.

La capacidad de este tanque recomendada por el fabricante del motor es de  $0,16 \text{ m}^3$ .



## **7.4.- Elementos Comunes del Sistema de Refrigeración**

### **7.4.1.- Tanque de expansión**

Su misión es la de compensar las variaciones de volumen debidas a cambios de temperatura, reponer las pérdidas de agua dulce en los circuitos de alta y baja temperatura, y garantizar, con su carga estática que en ningún momento la presión en el sistema sea inferior a la atmosférica, la cual podría producir la evaporación del agua y la inmediata pérdida de refrigeración en los diferentes enfriadores. La capacidad de este tanque (según especificaciones del motor principal) es de 1,25 m<sup>3</sup>.

## **8.- SISTEMA DE VAPOR**

El sistema de vapor es la fuente principal de calor del buque. La principal característica de este sistema es que se encarga de la calefacción tanto de los espacios habitados como del combustible y de todos los elementos que requieran una fuente de calor.

El corazón del sistema es la caldera mixta de vapor. En ella el agua dulce eleva su temperatura hasta que se obtiene vapor saturado seco a 7,5 kg/cm<sup>2</sup> de presión. Posteriormente se hará un balance de vapor para determinar si es necesario que en navegación funcione la caldera auxiliar, o si es suficiente con los gases de escape del motor principal.

El vapor generado en la caldera llega al colector de vapor, de donde es conducido a los distintos consumidores, entre los que se encuentran la calefacción de combustible de los tanques, la calefacción de los espacios de habitación, el calentador de agua dulce, los calentadores de los distintos fluidos que llegan a las separadoras centrífugas, etc.

Una vez que el vapor ha realizado su cometido, es conducido hacia un condensador atmosférico. En este elemento el vapor se condensa obteniéndose agua, que al estar en su estado líquido puede ser bombeada hacia la caldera cerrándose el circuito.

A lo largo del sistema de vapor existen purgas que proceden de tanques o calentadores de agua que son conducidas a la caldera, las demás son recogidas en un tanque de observación, pues pueden estar contaminadas por combustible o aceite.

Existe un pequeño tanque de 2500 litros de capacidad, que compensará las pérdidas de agua que se produzcan en el sistema. Dicho tanque se llenará a partir del tanque de agua destilada.

Cabría mencionar las siguientes consideraciones:

- El buque dispone de doble casco en las zonas de tanques de combustible.
- El sistema de vapor dispondrá de una caldera auxiliar y de una caldera de gases de exhaustación, produciendo vapor saturado seco a 7,5 Kgf/cm<sup>2</sup>, de tal modo que considerando las pérdidas (0,5 Kgf/cm<sup>2</sup>) se suministre el vapor a los consumidores del mismo a 7 Kgf/cm<sup>2</sup> y se dispondrá de un condensador atmosférico de recogida de condensados.
- No se utilizará vapor para la producción de energía eléctrica principal a bordo.
- Se dispondrá un generador de agua dulce mediante hervido con un vacío del 95% y con una producción de 30 tons/día que funciona con vapor (o agua de camisas del motor principal, como se menciona en el apartado de "Sistemas de agua dulce").
- La habitación se climatiza mediante aire caliente, que se calienta con vapor en un sistema centralizado, de modo que no pasen líneas de vapor por las zonas de habitación (Exigencias de la OIT, en su "Convenio sobre trabajo marítimo 2006").

- El agua caliente sanitaria se obtiene a partir del vapor o del agua de camisas del motor principal.
- Los calentadores de las depuradoras de combustible y de aceite funcionan con vapor, así como el calentador de combustible pesado del motor principal.

El sistema de vapor cumple con las exigencias de la sociedad de clasificación (Part C, CH 1, Secc. 10).

## **8.1.- Consumidores de Vapor**

### **8.1.1.- Tanques**

Para el cálculo del vapor necesario para la calefacción de cualquier tanque, se considerará que el calor aportado por el vapor deber ser para elevar la temperatura del fluido contenido en el tanque, y para compensar las pérdidas (caloríficas) a través de los cerramientos (superficies que rodean el fluido conformando el tanque propiamente dicho).

Para estimar las necesidades de vapor de los tanques se utiliza la expresión:

$$q = q_1 + q_2$$

Siendo:

$$q_1 = \frac{V \times \rho \times C_e \times (T_f - T_i)}{\tau}$$

$$q_2 = k_i \times S_i \times (T_m - T_{ext})_i$$

Donde:

- $q_1$ , es el calor aportado para elevar la temperatura del fluido en  $\left(\frac{kcal}{h}\right)$ .
- $q_2$ , es el calor aportado para compensar las pérdidas por los cerramientos en  $\left(\frac{kcal}{h}\right)$ .
- $V$ , es el volumen del tanque en  $(m^3)$ .
- $\rho$ , es la densidad del fluido a calentar en  $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$ .
- $C_e$ , es el calor específico del fluido a calentar en  $\left(\frac{kcal}{kg^\circ C}\right)$ .
- $T_f$ , es la temperatura final a la que se va a calentar el fluido en  $(^\circ C)$ .
- $T_i$ , es la temperatura inicial a la que está el fluido antes de calentar en  $(^\circ C)$ .
- $\tau$ , el tiempo que emplea para alcanzar la temperatura final en (horas).
- $k_i$ , es el coeficiente de transmisión de la superficie en  $\left(\frac{kcal}{m^2 \times h \times ^\circ C}\right)$ .

- $S_i$ , es el área de superficie de cerramiento en ( $m^2$ ).
- $T_m$ , es la temperatura media entre la inicial y la final del fluido en ( $^{\circ}C$ ).
- $T_{ext}$ , es la temperatura del medio exterior en ( $^{\circ}C$ ).

Los coeficientes de transmisión de calor de las superficies j-ésimas ( $K_j$ ) se tomarán según el medio exterior al que está en contacto la superficie, se empleará la siguiente tabla:

Zona	Medio adyacente	Coef. Transmisión
Carena	Agua Salada	12
Tanque DO	DO	4
Tanque HFO	HFO	4
Tanque de Aceite	Aceite	4
Tanque lastre	Lastre	6
Obra muerta	Aire	5
Mamparo CM	Cámara de máquinas	4
Mamparo Bodegas	Carga	4
Mamparo Túnel de tuberías	Túnel de tuberías	4
Mamparo Habilitación	Habilitación	4
Mamparo Cofferdam	Aislamiento	2

Los valores de la temperatura exterior a la superficie a considerar ( $t_e$ ) se tomarán según el siguiente cuadro:

Medio exterior	Temperatura ( $^{\circ}C$ )
Agua salada	0
Tanque almacén	40
Espacio vacío	5
aire	5
Cámara de máquinas	20
Habilitación	20

Los valores del calor específico del fluido a calentar ( $C_e$ ) se tomarán según el siguiente cuadro:

Elemento	Densidad ( $t/m^3$ )	$C_e$ (Kcal/kg $\times$ $^{\circ}C$ )
Agua dulce	1,000	1,00
Agua salada	1,025	0,96
HFO	0,991	0,44
DO	0,840	0,50
Lodos	0,950	0,60
Aguas aceitosas	0,950	0,95
Aire	$1,15 \times 10^{-3}$	0,24
Gases de escape	$1,20 \times 10^{-3}$	0,25

Para obtener el flujo másico de vapor necesario se aplica la siguiente fórmula:

$$q_v = \frac{q}{r} \quad \text{en } \left( \frac{\text{kg}_v}{\text{h}} \right)$$

Donde:

- $r$ , calor de vaporización del vapor en  $\left( \frac{\text{kcal}}{\text{kg}_v} \right)$ .

Otro aspecto a considerar son los serpentines, que son el medio de llevar el calor a los tanques. Para ello se requerirá dimensionar el diámetro y la longitud de los mismos.

Para ello se despeja  $S_s$  (superficie de intercambio de calor, la del serpentín) de la siguiente fórmula:

$$q_T = S_s \times K_s \times (T_{sv} - T_m) \quad \left( \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right)$$

Donde:

- $S_s$ : Superficie de transmisión, superficie del serpentín ( $\text{m}^2$ );
- $K_s$ : Coeficiente de transmisión de calor de la superficie = 100  $\text{Kcal}/(\text{h m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ;
- $t_{sv}$ : temperatura del vapor saturado seco, a la presión de trabajo ( $^\circ\text{C}$ );
- $T_f$ , es la temperatura final a la que se va a calentar el fluido en ( $^\circ\text{C}$ ).
- $T_i$ , es la temperatura inicial a la que está el fluido antes de calentar en ( $^\circ\text{C}$ ).

Para obtener el diámetro del serpentín, se emplea la siguiente fórmula:

$$q_v = uv \cdot A_s \cdot V$$

Donde:

- $q_v$ : calor total que debe aportar el vapor ( $\text{Kcal/s}$ );
- $uv$ : volumen específico del vapor, a la presión de trabajo  $\text{m Kg}$ ;
- $A_s = (\pi \cdot D_{\text{int}}^2)/4$  ( $\text{m}^2$ );

Siendo,

- $A_s$ : Sección del serpentín ( $\text{m}$ );
- $D_{\text{int}}$ : diámetro interior del serpentín ( $\text{m}$ );
- $V$ : velocidad del vapor ( $\text{m/s}$ );

Para obtener un diámetro inicial se toma la velocidad un valor aproximadamente dentro del intervalo  $[20 - 30]$   $\text{m/s}$ , para asegurar una buena termotransferencia, se despeja  $D_{\text{int}}$ . Con el valor del diámetro interior obtenido se aproxima a un diámetro comercial:  $3/8''$ ,  $1/2''$ ,  $3/4''$ ,  $1''$ ,  $1 \frac{1}{2}''$ ,  $2''$ ,  $2 \frac{1}{2}''$ , etc. Y se vuelve a emplear la fórmula anterior ( $q_v = uv \cdot A_s \cdot V$ ), pero empleando el diámetro comercial elegido y despejando la velocidad para comprobar que se está en un valor aceptable.

Para el cálculo de la longitud del serpentín (longitud dentro del tanque):

$$L_S = S_S / (\pi \cdot D_{int})$$

$S_S$ : Superficie de transmisión, superficie del serpentín m;

$D_{int}$ : diámetro interior del serpentín m;

A continuación lo calcularemos para cada tanque a bordo del buque:

#### 8.1.1.1.- Tanque de almacén HFO <4,5% S, Estribor Costado

- $V = 348,88 \text{ m}^3$
- $\rho_{\text{HFO}} = 991 \text{ kg/m}^3$
- $C_e = 0,44 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$
- $T_f = 40^\circ\text{C}$
- $T_i = 20^\circ\text{C}$
- $\tau = 36 \text{ horas}$

$$q_1 = 84513,5 \text{ kcal/h}$$

Elemento	Kj (Kcal/(h m <sup>2</sup> °C))	Sj (m <sup>2</sup> )	te (°C)	qj (Kcal/h)
Costado exterior	5	70	5	8750
Costado interior	4	65	40	0
Cierre a proa	5	89	40	0
Cierre a popa	4	86	40	0
Tapa	5	35	5	4375
Fondo	5	21	5	2625
SUM qj				15750

$$q_2 = 15750 \text{ kcal/h}$$

Luego como  $q = q_1 + q_2$ ,

$$q_T = 100263,52 \text{ kcal/h}$$

Para obtener el flujo másico de vapor necesario se aplica la siguiente fórmula:

$$q_v = \frac{q}{r} = 202,88 \text{ kg}_v/\text{h}$$

Donde:

$$r \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 494 \text{ kcal/kg}_v$$

Ahora, dimensionamos el diámetro y la longitud de los serpentines:

- $K_S = 100 \frac{kcal}{h \cdot m^2 \cdot ^\circ C};$
- $t_{sv} \left( 7 \frac{kcal}{kg_v} \right) = 164,2 \text{ } ^\circ C;$

$$S_s = 7,47 m^2$$

- $v_v \left( 7 \frac{kcal}{kg_v} \right) = 0,2778 \frac{m^3}{kg};$
- $V = 20 \text{ m/s};$

$$D_{intl} = 0,032 m$$

$$D_{int} = 1 \frac{1}{2}''$$

$$L_s = 62,42 m$$

#### 8.1.1.2.- Tanque de almacén HFO <4,5% S, Babor Costado

- $V = 348,88 \text{ } m^3$
- $\rho_{HFO} = 991 \frac{kg}{m^3}$
- $C_e = 0,44 \frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C}$
- $T_f = 40 \text{ } ^\circ C$
- $T_i = 20 \text{ } ^\circ C$
- $\tau = 36 \text{ horas}$

$$q_1 = 84513,5 \frac{kcal}{h}$$

Elemento	Kj (Kcal/(h m <sup>2</sup> °C))	Sj (m <sup>2</sup> )	te (°C)	qj (Kcal/h)
Costado exterior	5	70	5	8750
Costado interior	4	65	40	0
Cierre a proa	5	89	40	0
Cierre a popa	4	86	40	0
Tapa	5	35	5	4375
Fondo	5	21	5	2625
SUM qj				15750

$$q_2 = 15750 \frac{kcal}{h}$$

Luego como  $q = q_1 + q_2$ ,

$$q_T = 100263,52 \text{ kcal/h}$$

Para obtener el flujo másico de vapor necesario se aplica la siguiente fórmula:

$$q_V = \frac{q}{r} = 202,88 \text{ kg}_V/\text{h}$$

Donde:

$$r \left( 7 \text{ kcal/kg}_V \right) = 494 \text{ kcal/kg}_V$$

Ahora, dimensionamos el diámetro y la longitud de los serpentines:

$$\begin{aligned} - K_S &= 100 \text{ kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}; \\ - t_{SV} \left( 7 \text{ kcal/kg}_V \right) &= 164,2 \text{ }^\circ\text{C}; \end{aligned}$$

$$S_S = 7,47 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} - v_V \left( 7 \text{ kcal/kg}_V \right) &= 0,2778 \text{ m}^3/\text{kg}; \\ - V &= 20 \text{ m/s}; \end{aligned}$$

$$D_{int1} = 0,032 \text{ m}$$

$$D_{int} = 1 \frac{1}{2}''$$

$$L_S = 62,42 \text{ m}$$

#### 8.1.1.3.- Tanque de almacén HFO <4,5% S, Estribor Centrado

- $V = 407,94 \text{ m}^3$
- $\rho_{\text{HFO}} = 991 \text{ kg/m}^3$
- $C_e = 0,44 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$
- $T_f = 40 \text{ }^\circ\text{C}$
- $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- $\tau = 36 \text{ horas}$

$$q_1 = 98821,2 \text{ kcal/h}$$



Elemento	Kj (Kcal/(h m <sup>2</sup> °C))	Sj (m <sup>2</sup> )	te (°C)	qj (Kcal/h)
Costado exterior	4	70	40	0
Costado interior	4	65	40	0
Cierre a proa	5	89	5	11125
Cierre a popa	4	86	70	-13760
Tapa	5	28	5	3500
Fondo	5	15	5	1875
SUM qj				2740

$$q_2 = 2740 \text{ kcal/h}$$

Luego como  $q = q_1 + q_2$ ,

$$q_T = 101561,2 \text{ kcal/h}$$

Para obtener el flujo másico de vapor necesario se aplica la siguiente fórmula:

$$q_v = \frac{q}{r} = 205,51 \text{ kg}_v/\text{h}$$

Donde:

$$\bullet \quad r \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 494 \text{ kcal/kg}_v$$

Ahora, dimensionamos el diámetro y la longitud de los serpentines:

- $K_S = 100 \text{ kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C};$
- $t_{sv} \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 164,2 \text{ } ^\circ\text{C};$

$$S_s = 7,57 \text{ m}^2$$

- $v_v \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 0,2778 \text{ m}^3/\text{kg};$
- $V = 20 \text{ m/s};$

$$D_{intl} = 0,032 \text{ m}$$

$$D_{int} = 1 \frac{1}{2}''$$

$$L_s = 63,23 \text{ m}$$

## 8.1.1.4.- Tanque de almacén HFO &lt;4,5% S, Babor Centrado

- $V = 407,94 \text{ m}^3$
- $\rho_{\text{HFO}} = 991 \text{ kg/m}^3$
- $C_e = 0,44 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$
- $T_f = 40^\circ\text{C}$
- $T_i = 20^\circ\text{C}$
- $\tau = 36 \text{ horas}$

$$q_1 = 98821,2 \text{ kcal/h}$$

Elemento	Kj (Kcal/(h m <sup>2</sup> °C))	Sj (m <sup>2</sup> )	te (°C)	qj (Kcal/h)
Costado exterior	4	70	40	0
Costado interior	4	65	40	0
Cierre a proa	5	89	5	11125
Cierre a popa	4	86	70	-13760
Tapa	5	28	5	3500
Fondo	5	15	5	1875
SUM qj				2740

$$q_2 = 2740 \text{ kcal/h}$$

Luego como  $q = q_1 + q_2$ ,

$$q_T = 101561,2 \text{ kcal/h}$$

Para obtener el flujo másico de vapor necesario se aplica la siguiente fórmula:

$$q_v = \frac{q}{r} = 205,51 \text{ kg}_v/\text{h}$$

Donde:

$$r \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 494 \text{ kcal/kg}_v$$

Ahora, dimensionamos el diámetro y la longitud de los serpentines:

$$- K_s = 100 \text{ kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C};$$

$$- t_{sv} \left( 7 \text{ kcal} / \text{kg}_v \right) = 164,2 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$S_s = 7,57 \text{ m}^2$$

$$- v_v \left( 7 \text{ kcal} / \text{kg}_v \right) = 0,2778 \text{ m}^3 / \text{kg};$$

$$- V = 20 \text{ m/s};$$

$$D_{intl} = 0,032 \text{ m}$$

$$D_{int} = 1 \frac{1}{2}''$$

$$L_s = 63,23 \text{ m}$$

#### 8.1.1.5.- Tanque de almacén HFO <1,5% S, Estribor

- $V = 214,97 \text{ m}^3$
- $\rho_{\text{HFO}} = 991 \text{ kg} / \text{m}^3$
- $C_e = 0,44 \text{ kcal} / \text{kg}^\circ\text{C}$
- $T_f = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$
- $T_i = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$
- $\tau = 36 \text{ horas}$

$$q_1 = 52075,3 \text{ kcal} / \text{h}$$

Elemento	Kj (Kcal/(h m2 °C))	Sj (m2)	te (°C)	qj (Kcal/h)
Costado exterior	5	56	5	7000
Costado interior	4	51	20	2040
Cierre a proa	4	89	40	0
Cierre a popa	4	86	40	0
Tapa	5	30	5	3750
Fondo	5	15	20	750
SUM qj				13540

$$q_2 = 13540 \text{ kcal} / \text{h}$$

Luego como  $q = q_1 + q_2$ ,

$$q_T = 65615,29 \text{ kcal} / \text{h}$$

Para obtener el flujo másico de vapor necesario se aplica la siguiente fórmula:

$$q_v = \frac{q}{r} = 132,77 \text{ kg}_v/h$$

Donde:

$$- r \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 494 \text{ kcal/kg}_v$$

Ahora, dimensionamos el diámetro y la longitud de los serpentines:

$$- K_s = 100 \text{ kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C};$$

$$- t_{sv} \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 164,2 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$S_s = 4,89 \text{ m}^2$$

$$- v_v \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 0,2778 \text{ m}^3/\text{kg};$$

$$- V = 25 \text{ m/s};$$

$$D_{int1} = 0,023 \text{ m}$$

$$D_{int} = 1''$$

$$L_s = 61,27 \text{ m}$$

#### 8.1.1.6.- Tanque de almacén HFO <1,5% S, Babor

- $V = 214,97 \text{ m}^3$
- $\rho_{\text{HFO}} = 991 \text{ kg/m}^3$
- $C_e = 0,44 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$
- $T_f = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$
- $T_i = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$
- $\tau = 36 \text{ horas}$

$$q_1 = 52075,3 \text{ kcal/h}$$

Elemento	Kj (Kcal/(h m <sup>2</sup> °C))	Sj (m <sup>2</sup> )	te (°C)	qj (Kcal/h)
Costado exterior	5	56	5	7000
Costado interior	4	51	20	2040
Cierre a proa	4	89	40	0
Cierre a popa	4	86	40	0
Tapa	5	30	5	3750
Fondo	5	15	20	750
SUM qj				13540

$$q_2 = 13540 \text{ kcal/h}$$

Luego como  $q = q_1 + q_2$ ,

$$q_T = 65615,29 \text{ kcal/h}$$

Para obtener el flujo másico de vapor necesario se aplica la siguiente fórmula:

$$q_v = \frac{q}{r} = 132,77 \text{ kg}_v/\text{h}$$

Donde:

$$- r \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 494 \text{ kcal/kg}_v$$

Ahora, dimensionamos el diámetro y la longitud de los serpentines:

$$- K_s = 100 \text{ kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C};$$

$$- t_{sv} \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 164,2 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$S_s = 4,89 \text{ m}^2$$

$$- v_v \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 0,2778 \text{ m}^3/\text{kg};$$

$$- V = 25 \text{ m/s};$$

$$D_{intl} = 0,023 \text{ m}$$

$$D_{int} = 1''$$

$$L_s = 61,27 \text{ m}$$

#### 8.1.1.7.- Tanque de almacén HFO <0,1% S, Estribor

- $V = 176,62 \text{ m}^3$
- $\rho_{\text{HFO}} = 991 \text{ kg/m}^3$
- $C_e = 0,44 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$
- $T_f = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$

- $T_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$
- $\tau = 36\text{ horas}$

$$q_1 = 42785,2\text{ kcal/h}$$

Elemento	Kj (Kcal/(h m <sup>2</sup> °C))	Sj (m <sup>2</sup> )	te (°C)	qj (Kcal/h)
Costado exterior	5	41	5	5125
Costado interior	4	39	20	1560
Cierre a proa	4	89	40	0
Cierre a popa	5	86	40	0
Tapa	5	22	5	2750
Fondo	5	13	20	650
SUM qj				10085

$$q_2 = 10085\text{ kcal/h}$$

Luego como  $q = q_1 + q_2$ ,

$$q_T = 52870,21\text{ kcal/h}$$

Para obtener el flujo másico de vapor necesario se aplica la siguiente fórmula:

$$q_v = \frac{q}{r} = 106,98\text{ kg}_v/\text{h}$$

Donde:

$$- r \left( 7\text{ kcal/kg}_v \right) = 494\text{ kcal/kg}_v$$

Ahora, dimensionamos el diámetro y la longitud de los serpentines:

$$- K_s = 100\text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C};$$

$$- t_{sv} \left( 7\text{ kcal/kg}_v \right) = 164,2\text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$S_s = 3,94\text{ m}^2$$

$$- v_v \left( 7\text{ kcal/kg}_v \right) = 0,2778\text{ m}^3/\text{kg};$$

$$- V = 20\text{ m/s};$$

$$D_{intl} = 0,023\text{ m}$$

$$D_{\text{int}} = 1''$$

$$L_s = 49,37m$$

### 8.1.1.8.- Tanque de almacén HFO <0,1% S, Babor

- $V = 176,62 \text{ m}^3$
- $\rho_{\text{HFO}} = 991 \text{ kg/m}^3$
- $C_e = 0,44 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$
- $T_f = 40^\circ\text{C}$
- $T_i = 20^\circ\text{C}$
- $\tau = 36 \text{ horas}$

$$q_1 = 42785,2 \text{ kcal/h}$$

Elemento	Kj (Kcal/(h m <sup>2</sup> °C))	Sj (m <sup>2</sup> )	te (°C)	qj (Kcal/h)
Costado exterior	5	41	5	5125
Costado interior	4	39	20	1560
Cierre a proa	4	89	40	0
Cierre a popa	5	86	40	0
Tapa	5	22	5	2750
Fondo	5	13	20	650
SUM qj				10085

$$q_2 = 10085 \text{ kcal/h}$$

Luego como  $q = q_1 + q_2$ ,

$$q_T = 52870,21 \text{ kcal/h}$$

Para obtener el flujo másico de vapor necesario se aplica la siguiente fórmula:

$$q_v = \frac{q}{r} = 106,98 \text{ kg}_v/\text{h}$$

Donde:

$$- r \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 494 \text{ kcal/kg}_v$$

Ahora, dimensionamos el diámetro y la longitud de los serpentines:

$$- K_s = 100 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C};$$

$$- t_{sv} \left( 7 \frac{kcal}{kg_v} \right) = 164,2 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$S_s = 3,94 m^2$$

$$- v_v \left( 7 \frac{kcal}{kg_v} \right) = 0,2778 \frac{m^3}{kg};$$

$$- V = 20 \text{ m/s};$$

$$D_{intl} = 0,023 m$$

$$D_{int} = 1''$$

$$L_s = 49,37 m$$

#### 8.1.1.9.- Tanque de Sedimentación HFO, Estribor

- $V = 85,59 \text{ m}^3$
- $\rho_{HFO} = 991 \frac{kg}{m^3}$
- $C_e = 0,44 \frac{kcal}{kg^\circ C}$
- $T_f = 70 \text{ } ^\circ\text{C}$
- $T_i = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$
- $\tau = 12 \text{ horas}$

$$q_1 = 93301,7 \frac{kcal}{h}$$

Elemento	Kj (Kcal/(h m <sup>2</sup> °C))	Sj (m <sup>2</sup> )	te (°C)	qj (Kcal/h)
Costado exterior	5	15	40	1125
Costado interior	4	13.5	70	0
Cierre a proa	4	45	40	2700
Cierre a popa	5	45	20	7875
Tapa	5	12	20	2100
Fondo	5	12	120	-3900
SUM qj				9900

$$q_2 = 9900 \frac{kcal}{h}$$

Luego como  $q = q_1 + q_2$ ,

$$q_T = 103201,66 \frac{kcal}{h}$$

Para obtener el flujo másico de vapor necesario se aplica la siguiente fórmula:



$$q_v = \frac{q}{r} = 208,83 \text{ kg}_v/h$$

Donde:

$$- r \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 494 \text{ kcal/kg}_v$$

Ahora, dimensionamos el diámetro y la longitud de los serpentines:

$$- K_s = 100 \text{ kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C};$$

$$- t_{sv} \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 164,2 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$S_s = 9,45 \text{ m}^2$$

$$- v_v \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 0,2778 \text{ m}^3/\text{kg};$$

$$- V = 20 \text{ m/s};$$

$$D_{int1} = 0,032 \text{ m}$$

$$D_{int} = 1 \frac{1}{2}''$$

$$L_s = 78,96 \text{ m}$$

#### 8.1.1.10.- Tanque de Sedimentación HFO, Babor

- $V = 85,59 \text{ m}^3$
- $\rho_{\text{HFO}} = 991 \text{ kg/m}^3$
- $C_e = 0,44 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$
- $T_f = 70 \text{ } ^\circ\text{C}$
- $T_i = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$
- $\tau = 12 \text{ horas}$

$$q_1 = 93301,7 \text{ kcal/h}$$

Elemento	Kj (Kcal/(h m <sup>2</sup> °C))	Sj (m <sup>2</sup> )	te (°C)	qj (Kcal/h)
Costado exterior	5	15	40	1125
Costado interior	4	13.5	70	0
Cierre a proa	4	45	40	2700
Cierre a popa	5	45	20	7875
Tapa	5	12	20	2100
Fondo	5	12	120	-3900
SUM qj				9900

$$q_2 = 9900 \text{ kcal/h}$$

Luego como  $q = q_1 + q_2$ ,

$$q_T = 103201,66 \text{ kcal/h}$$

Para obtener el flujo másico de vapor necesario se aplica la siguiente fórmula:

$$q_v = \frac{q}{r} = 208,83 \text{ kg}_v/\text{h}$$

Donde:

$$- \quad r \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 494 \text{ kcal/kg}_v$$

Ahora, dimensionamos el diámetro y la longitud de los serpentines:

$$- \quad K_s = 100 \text{ kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C};$$

$$- \quad t_{sv} \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 164,2 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$S_s = 9,45 \text{ m}^2$$

$$- \quad v_v \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 0,2778 \text{ m}^3/\text{kg};$$

$$- \quad V = 20 \text{ m/s};$$

$$D_{int1} = 0,032 \text{ m}$$

$$D_{int} = 1 \frac{1}{2}''$$

$$L_s = 78,96 \text{ m}$$

#### 8.1.1.11.- Tanque de Servicio Diario HFO, Estribor

- $V = 86,17 \text{ m}^3$
- $\rho_{\text{HFO}} = 991 \text{ kg/m}^3$
- $C_e = 0,44 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$
- $T_f = 120 \text{ } ^\circ\text{C}$

- $T_i = 98\text{ }^{\circ}\text{C}$
- $\tau = 8\text{ horas}$

$$q_1 = 103327,3 \text{ kcal/h}$$

Elemento	Kj (Kcal/(h m <sup>2</sup> °C))	Sj (m <sup>2</sup> )	te (°C)	qj (Kcal/h)
Costado exterior	5	15	40	5175
Costado interior	4	13.5	120	0
Cierre a proa	4	45	40	12420
Cierre a popa	5	45	20	20025
Tapa	5	12	70	2340
Fondo	5	12	5	6240
SUM qj				46200

$$q_2 = 46200 \text{ kcal/h}$$

Luego como  $q = q_1 + q_2$ ,

$$q_T = 149527,31 \text{ kcal/h}$$

Para obtener el flujo másico de vapor necesario se aplica la siguiente fórmula:

$$q_v = \frac{q}{r} = 302,56 \text{ kg}_v/\text{h}$$

Donde:

$$- r \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 494 \text{ kcal/kg}_v$$

Ahora, dimensionamos el diámetro y la longitud de los serpentines:

$$- K_s = 100 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C};$$

$$- t_{sv} \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 164,2\text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$S_s = 27,09 \text{ m}^2$$

$$- v_v \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 0,2778 \text{ m}^3/\text{kg};$$

$$- V = 20 \text{ m/s};$$

$$D_{intl} = 0,034 \text{ m}$$

$$D_{\text{int}} = 1 \frac{1}{2}''$$

$$L_s = 226,31m$$

#### 8.1.1.12.- Tanque de Servicio Diario HFO, Babor

- $V = 86,17 \text{ m}^3$
- $\rho_{\text{HFO}} = 991 \text{ kg/m}^3$
- $C_e = 0,44 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$
- $T_f = 120^\circ\text{C}$
- $T_i = 98^\circ\text{C}$
- $\tau = 8 \text{ horas}$

$$q_1 = 103327,3 \text{ kcal/h}$$

Elemento	Kj (Kcal/(h m <sup>2</sup> °C))	Sj (m <sup>2</sup> )	te (°C)	qj (Kcal/h)
Costado exterior	5	15	40	5175
Costado interior	4	13.5	120	0
Cierre a proa	4	45	40	12420
Cierre a popa	5	45	20	20025
Tapa	5	12	70	2340
Fondo	5	12	5	6240
SUM qj				46200

$$q_2 = 46200 \text{ kcal/h}$$

Luego como  $q = q_1 + q_2$ ,

$$q_T = 149527,31 \text{ kcal/h}$$

Para obtener el flujo másico de vapor necesario se aplica la siguiente fórmula:

$$q_v = \frac{q}{r} = 302,56 \text{ kg}_v/\text{h}$$

Donde:

$$- r \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 494 \text{ kcal/kg}_v$$

Ahora, dimensionamos el diámetro y la longitud de los serpentines:

$$- K_s = 100 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C};$$

$$- t_{sv} \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 164,2 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$S_s = 27,09 \text{ m}^2$$

$$- v_v \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 0,2778 \text{ m}^3/\text{kg};$$

$$- V = 20 \text{ m/s};$$

$$D_{int1} = 0,034 \text{ m}$$

$$D_{int} = 1 \frac{1}{2}''$$

$$L_s = 226,31 \text{ m}$$

#### 8.1.1.13.- Colector de retornos

- $V = 0,62 \text{ m}^3$
- $\rho_{\text{HFO}} = 991 \text{ kg/m}^3$
- $C_e = 0,44 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$
- $T_f = 120 \text{ }^\circ\text{C}$
- $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- $\tau = 0,5 \text{ horas}$

$$q_1 = 54315 \text{ kcal/h}$$

Elemento	Kj (Kcal/(h m2 °C))	Sj (m2)	te (°C)	qj (Kcal/h)
Costado	5	0.7	20	175
Costado	4	0.7	20	140
Cierre a proa	4	0.7	20	140
Cierre a popa	5	0.7	20	175
Tapa	5	0.7	20	175
Fondo	5	0.7	20	175
SUM qj				980

$$q_2 = 980 \text{ kcal/h}$$

Luego como  $q = q_1 + q_2$ ,

$$q_T = 55295,05 \text{ kcal/h}$$

Para obtener el flujo másico de vapor necesario se aplica la siguiente fórmula:

$$q_v = \frac{q}{r} = 111,89 \text{ kg}_v/\text{h}$$

Donde:

$$- r \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 494 \text{ kcal/kg}_v$$

Ahora, dimensionamos el diámetro y la longitud de los serpentines:

$$- K_s = 100 \text{ kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C};$$

$$- t_{sv} \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 164,2 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$S_s = 5,87 \text{ m}^2$$

$$- v_v \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 0,2778 \text{ m}^3/\text{kg};$$

$$- V = 20 \text{ m}^3/\text{s};$$

$$D_{intl} = 0,023 \text{ m}$$

$$D_{int} = 1''$$

$$L_s = 73,56 \text{ m}$$

#### 8.1.1.14.- Tanque de Reboses y Derrames

- $V = 12,13 \text{ m}^3$
- $\rho_{\text{HFO}} = 991 \text{ kg/m}^3$
- $C_e = 0,44 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$
- $T_f = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$
- $T_i = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$
- $\tau = 2 \text{ horas}$

$$q_1 = 52891,7 \text{ kcal/h}$$

Elemento	Kj (Kcal/(h m <sup>2</sup> °C))	Sj (m <sup>2</sup> )	te (°C)	qj (Kcal/h)
Costado	5	8	5	1000
Costado	4	8	5	800
Cierre a proa	4	3	5	300
Cierre a popa	5	3	5	375
Tapa	5	25	5	3125
Fondo	5	25	5	3125
SUM qj				8725

$$q_2 = 8725 \text{ kcal/h}$$

Luego como  $q = q_1 + q_2$ ,

$$q_T = 61616,65 \text{ kcal/h}$$

Para obtener el flujo másico de vapor necesario se aplica la siguiente fórmula:

$$q_v = \frac{q}{r} = 124,68 \text{ kg}_v/\text{h}$$

Donde:

$$- r \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 494 \text{ kcal/kg}_v$$

Ahora, dimensionamos el diámetro y la longitud de los serpentines:

$$- K_s = 100 \text{ kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C};$$

$$- t_{sv} \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 164,2 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$S_s = 4,59 \text{ m}^2$$

$$- v_v \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 0,2778 \text{ m}^3/\text{kg};$$

$$- V = 20 \text{ m/s};$$

$$D_{intl} = 0,025 \text{ m}$$

$$D_{int} = 1''$$

$$L_s = 57,54 \text{ m}$$

## 8.1.1.15.- Tanque de Lodos

- $V = 2 \text{ m}^3$
- $\rho_{\text{HFO}} = 950 \text{ kg/m}^3$
- $C_e = 0,6 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$
- $T_f = 50^\circ\text{C}$
- $T_i = 10^\circ\text{C}$
- $\tau = 2 \text{ horas}$

$$q_1 = 22800 \text{ kcal/h}$$

Elemento	Kj (Kcal/(h m <sup>2</sup> °C))	Sj (m <sup>2</sup> )	te (°C)	qj (Kcal/h)
Costado	5	1.7	5	212.5
Costado	4	1.7	5	170
Cierre a proa	4	1.7	5	170
Cierre a popa	5	1.7	5	212.5
Tapa	5	1.7	5	212.5
Fondo	5	1.7	5	212.5
SUM qj				1190

$$q_2 = 1190 \text{ kcal/h}$$

Luego como  $q = q_1 + q_2$ ,

$$q_T = 23990 \text{ kcal/h}$$

Para obtener el flujo másico de vapor necesario se aplica la siguiente fórmula:

$$q_v = \frac{q}{r} = 48,54 \text{ kg}_v/\text{h}$$

Donde:

$$- r \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 494 \text{ kcal/kg}_v$$

Ahora, dimensionamos el diámetro y la longitud de los serpentines:

$$- K_s = 100 \text{ kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C};$$



$$- t_{sv} \left( 7 \text{ kcal} / \text{kg}_v \right) = 164,2 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$S_s = 1,79 \text{ m}^2$$

$$- v_v \left( 7 \text{ kcal} / \text{kg}_v \right) = 0,2778 \text{ m}^3 / \text{kg};$$

$$- V = 20 \text{ m/s};$$

$$D_{intl} = 0,015 \text{ m}$$

$$D_{int} = \frac{3}{4}''$$

$$L_s = 29,87 \text{ m}$$

#### 8.1.1.16.- Tanque de Aguas aceitosas

- $V = 2 \text{ m}^3$
- $\rho_{\text{HFO}} = 950 \text{ kg} / \text{m}^3$
- $C_e = 0,6 \text{ kcal} / \text{kg}^\circ\text{C}$
- $T_f = 50 \text{ } ^\circ\text{C}$
- $T_i = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$
- $\tau = 4 \text{ horas}$

$$q_1 = 11400 \text{ kcal} / \text{h}$$

Elemento	Kj (Kcal/(h m2 °C))	Sj (m2)	te (°C)	qj (Kcal/h)
Costado	5	1.7	5	212.5
Costado	4	1.7	5	170
Cierre a proa	4	1.7	5	170
Cierre a popa	5	1.7	5	212.5
Tapa	5	1.7	5	212.5
Fondo	5	1.7	5	212.5
SUM qj				1190

$$q_2 = 1190 \text{ kcal} / \text{h}$$

Luego como  $q = q_1 + q_2$ ,

$$q_T = 12590 \text{ kcal} / \text{h}$$

Para obtener el flujo másico de vapor necesario se aplica la siguiente fórmula:

$$q_v = \frac{q}{r} = 25,48 \text{ kg}_v/h$$

Donde:

- $r \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 494 \text{ kcal/kg}_v$

Ahora, dimensionamos el diámetro y la longitud de los serpentines:

- $K_s = 100 \text{ kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C};$
- $t_{sv} \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 164,2 ^\circ\text{C};$

$$S_s = 0,94 \text{ m}^2$$

- $v_v \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 0,2778 \text{ m}^3/\text{kg};$
- $V = 20 \text{ m/s};$

$$D_{int1} = 0,011 \text{ m}$$

$$D_{int} = \frac{1}{2}$$

$$L_s = 23,51 \text{ m}$$

### 8.1.2.- Calentadores (intercambiadores)

Para el cálculo del vapor necesario, a aportar, para cualquier calentador instalado se debe aplicar lo siguiente:

- El caudal de calor se obtiene con la siguiente expresión:

$$q = C \times \rho \times C_e \times (T_f - T_i) \quad \left( \text{Kcal/h} \right)$$

Donde:

C: caudal que pasa a través del intercambiador (l/h);

$\rho$ : densidad del fluido a calentar  $\left( \text{Kg/m}^3 \right);$

Ce: calor específico del fluido a calentar  $\left( \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C} \right)$ ;

tf: temperatura final a la que se va a calentar el fluido ( $^{\circ}C$ );

ti: temperatura inicial a la que está el fluido antes de calentar ( $^{\circ}C$ );

- El caudal de vapor se obtiene con la siguiente expresión:

$$q_v = \frac{q}{r} \quad \text{en } \left( \frac{kg_v}{h} \right)$$

Donde:

$r$ , calor de vaporización del vapor en  $\left( \frac{kcal}{kg_v} \right)$ .

#### 8.1.2.1.- Precalentador de combustible (HFO) de las separadoras de HFO

Como se enunció en el sistema de combustible, se instalarán dos precalentadores (de placas) de HFO de las separadoras centrífugas, donde el caudal de vapor que pasa por cada precalentador será:

$$Q = \text{caudal que pasa a través del intercambiador} = 6000 \frac{l}{h}$$

$$\rho_{HFO} = 991 \frac{Kg}{m^3}$$

$$C_e = 0,44 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C}$$

$$t_f = 98 (^{\circ}C);$$

$$t_i = 70 (^{\circ}C)$$

$$q = 73254,72 \frac{kcal}{h}$$

$$r \left( 7 \frac{kcal}{kg_v} \right) = 494 \frac{kcal}{kg_v}$$

$$q_v = \frac{q}{r} = 148,23 \frac{kg_v}{h}$$

#### 8.1.2.2.- Precalentador de combustible (HFO) de motores

Como se enunció en el sistema de combustible, se instalará un precalentadores (de placas) de HFO para poder ser inyectado, donde el caudal de vapor que pasa por el precalentador será:

$$Q = \text{caudal que pasa a través del intercambiador} = 6300 \text{ } l/h$$

$$\rho_{\text{HFO}} = 991 \text{ } Kg/m^3$$

$$C_e = 0,44 \text{ } Kcal/Kg^{\circ}C$$

$$t_f = 150 (^{\circ}C);$$

$$t_i = 120 (^{\circ}C);$$

$$q = 82411,56 \text{ } kcal/h$$

$$r \left( 7 \text{ } kcal/kg_v \right) = 494 \text{ } kcal/kg_v$$

$$q_v = \frac{q}{r} = 166,76 \text{ } kg_v/h$$

#### 8.1.2.3.- Precalentador de combustible (DO) de las separadoras de DO

Como se enunció en el sistema de combustible, se instalará un precalentadores (de placas) de DO de las separadoras centrífugas, donde el caudal de vapor que pasa por cada precalentador será:

$$Q = \text{caudal que pasa a través del intercambiador} = 3700 \text{ } l/h$$

$$\rho_{\text{DO}} = 840 \text{ } Kg/m^3$$

$$C_e = 0,5 \text{ } Kcal/Kg^{\circ}C$$

$$t_f = 40 (^{\circ}C);$$

$$t_i = 20 (^{\circ}C);$$

$$q = 31080 \text{ } kcal/h$$

$$r \left( 7 \text{ } kcal/kg_v \right) = 494 \text{ } kcal/kg_v$$

$$q_v = \frac{q}{r} = 62,89 \text{ } kg_v/h$$

#### 8.1.2.4.- Precalentador de aceite de cojinetes del MP para la purificadora

Como se enunció en el sistema de aceite, se instalará un precalentador (de placas) de aceite de cojinetes del motor principal para la purificadora, donde el caudal de vapor que pasa por cada precalentador será:

$$Q = \text{caudal que pasa a través del intercambiador} = 3800 \text{ } l/h$$

$$\rho_{\text{aceite}} = 920 \text{ } Kg/m^3$$

$$C_e = 0,9 \text{ } Kcal/Kg^{\circ}C$$

$$t_f = 95 (^{\circ}C);$$

$$t_i = 60 (^{\circ}C);$$

$$q = 110124 \text{ } kcal/h$$

$$r \left( 7 \text{ } kcal/kg_v \right) = 494 \text{ } kcal/kg_v$$

$$q_v = \frac{q}{r} = 222,83 \text{ } kg_v/h$$

#### 8.1.2.5.- Precalentador de aceite de cojinetes de motores auxiliares para la purificadora

Como se enunció en el sistema de aceite, se instalará un precalentador (de placas) de aceite de cojinetes de los motores auxiliares para la purificadora, donde el caudal de vapor que pasa por cada precalentador será:

$$Q = \text{caudal que pasa a través del intercambiador} = 320 \text{ } l/h$$

$$\rho_{\text{aceite}} = 0,92 \text{ } Kg/m^3$$

$$C_e = 0,9 \text{ } Kcal/Kg^{\circ}C$$

$$t_f = 95 (^{\circ}C);$$

$$t_i = 60 (^{\circ}C);$$

$$q = 9273,6 \text{ } kcal/h$$

$$r \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 494 \text{ kcal/kg}_v$$

$$q_v = \frac{q}{r} = 18,76 \text{ kg}_v/h$$

#### 8.1.2.6.- Precalentador de agua de camisas del MP

Como se enunció en el sistema de aceite, se instalará un precalentador (de placas) de agua de camisas del motor principal, donde el caudal de vapor que pasa por cada precalentador será:

$$\text{Calor a aportar} = 0,01 \cdot P_{MP} \text{ (KW)}$$

$$P_{MP} = 14560 \text{ KW}$$

$$\text{Calor a aportar} = 145,60 \text{ KW}$$

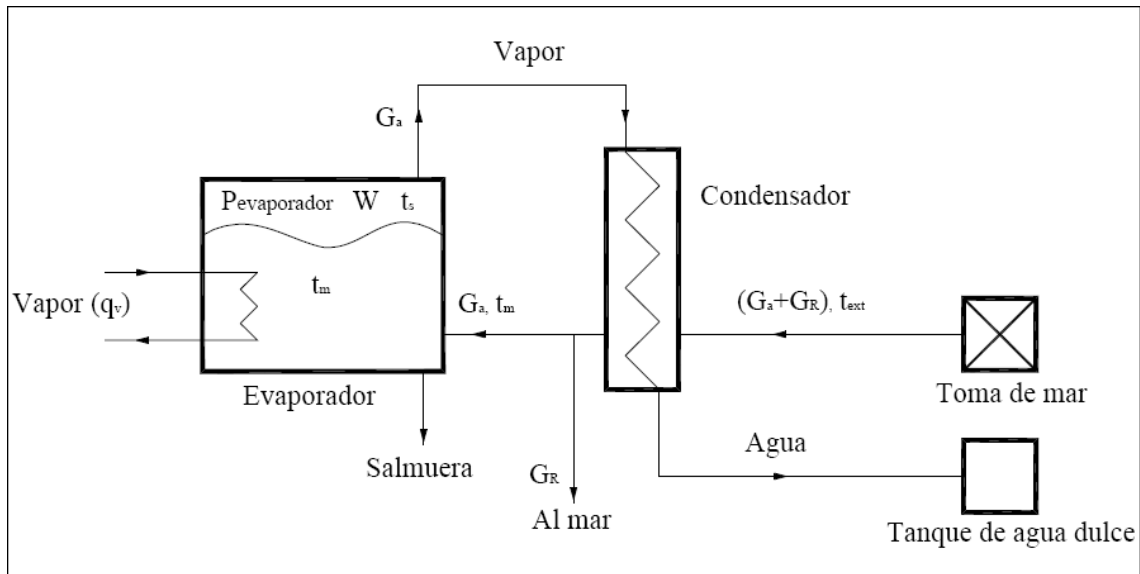
Sabiendo que 1 KW= 1 KJ/s y 1 Kcal= 4,16 KJ:

$$q = 126000 \text{ kcal/h}$$

$$r \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 494 \text{ kcal/kg}_v$$

$$q_v = \frac{q}{r} = 254,96 \text{ kg}_v/h$$

### 8.1.3.- Generación de agua dulce



El generador de agua dulce principal es un equipo que emplea agua de refrigeración de camisas del motor principal cuando se está navegando; y cuando no está disponible el agua de refrigeración de camisas, se emplea un generador de agua dulce que emplea vapor.

La cantidad de calor que se requiere aportar viene dada por la expresión:

$$q = W \times C_e \times (t_s - t_m) + G_a \times r \quad \left( \frac{kcal}{h} \right)$$

Donde:

- $G_a = 25 \text{ ton/día} = 1041,66 \text{ kg/h}$ .
- $C_e = 0,96 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$
- $t_s$ , es la temperatura de saturación con vacío del 95% (0,05 bares)=32,6 °C.
- $t_m$ , se estima en 30,1 °C.
- $r$ , es el calor de vaporización con vacío del 95% (0,05 bares)= 478,9 kcal/kg.

Resultando:

$$q = 21972,5 \frac{kcal}{h}$$

El caudal de vapor tiene un valor de:

$$r \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 494 \text{ kcal/kg}_v$$

$$q_v = \frac{q}{r} = 44,46 \text{ kg}_v/h$$

#### 8.1.4.- Generación de agua caliente sanitaria

Se estima que el consumo medio ( $C_m$ ) de agua caliente sanitaria es la mitad de la cantidad de agua dulce sanitaria, es decir, 100 litros por persona y día. Por lo tanto el consumo medio de agua caliente sanitaria requerida por día a bordo es de 2800 litros/día .

La necesidad de calor aportado por vapor se estima con la siguiente fórmula:

$$q = \rho \times C_{m\acute{a}x} \times C_e \times (T_f - T_i) \quad (\text{kcal/h})$$

Siendo:

- $\rho = 1 \text{ kg/l}$
- $C_e = 1 \text{ kcal/kg} \times ^\circ C$
- $T_f$  , es la temperatura en grifos = 50 °C.
- $T_i$  , se estima en 10 °C, y proviene del tanque de almacén.
- $C_{m\acute{a}x} = 4 \times C_m = 466,7 \text{ l/h}$  .

Resultando:

$$q = 18666,7 \text{ kcal/h}$$

El caudal de vapor tiene un valor de:

$$r \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 494 \text{ kcal/kg}_v$$

$$q_v = \frac{q}{r} = 37,79 \text{ kg}_v/h$$

#### 8.1.5.- Servicios de Hotel

Las necesidades de vapor para los servicios de lavandería, limpieza interior, comida, cocina y mesa caliente se estiman en un 20% de las necesidades de vapor para obtener agua caliente sanitaria a bordo:



Resultando:

$$q = 3733,34 \text{ kcal/h}$$

El caudal de vapor tiene un valor de:

$$r \left( 7 \text{ kcal/kg}_v \right) = 494 \text{ kcal/kg}_v$$

$$q_v = \frac{q}{r} = 7,55 \text{ kg}_v/h$$

### 8.1.6.- Climatización: calefacción

El sistema de acondicionamiento de aire que se ha instalado es, según se puede ver en el cuaderno de equipos, un equipo de alta presión y alta velocidad que para calefacción lo que hace es pasar el aire por un intercambiador por donde también circula vapor de tal modo que logra introducir un incremento de temperatura en el aire, de forma que es capaz de hacerlo pasar de  $-5^\circ\text{C}$  a  $22^\circ\text{C}$ , temperaturas de diseño.

El caudal de vapor necesario se puede estimar con la siguiente expresión:

$$q_v = \frac{N \times C \times \rho_{\text{aire}} \times C_e \times (T_f - T_i)}{r} \quad \left( \text{kg}_v/h \right)$$

Siendo:

- $\rho_{\text{aire}} = 1,029 \text{ kg/m}^3$ .
- $C_e = 0,81 \text{ kcal/kg} \times ^\circ\text{C}$ .
- $T_f - T_i$ , la diferencia de temperatura del aire en el enfriador =  $27^\circ\text{C}$ .
- $N$ , el número de tripulantes = 28.
- $C$ , el caudal del aire a renovar, y se toma  $43 \text{ m}^3/h$ .
- $r$ , el calor latente de vaporización en  $\text{kcal/kg}$  que debido a que en este servicio se emplea vapor a  $3,5 \text{ kg/cm}^2$  su valor es de  $510 \text{ kcal/kg}$ .

Resultando:

$$q_v = 52,47 \text{ kg}_v/h$$

## **8.2.- Balance térmico inicial**

Se realiza un cálculo aproximado de las necesidades de vapor (tanto en navegación como en puerto) teniendo en cuenta los coeficientes de simultaneidad para conocer la necesidad de vapor adicional, obteniendo una aproximación inicial de la producción de vapor de las calderas auxiliares, tanto de la de gases de escape como la de mecheros.

Se considera como consumidor las posibles pérdidas de las calderas, que las supondremos del 0,5 % de la producción total de vapor. Además se ha considerado que durante la navegación el calor requerido para los tanques de almacén es el 35% del calculado, ya que el combustible se recibe a la temperatura de almacenamiento, y sólo hay que compensar las pérdidas por los cerramientos. En el caso más desfavorable, el calor requerido para compensar las pérdidas no alcanza el 33% del calor total requerido si se tienen en cuenta las pérdidas por los cerramientos más el calor necesario para elevar la temperatura del tanque.

CONSUMIDORES	Navegación				Puerto	
	Kcal/h	Kgv/h	Ks	Kgv/h	Ks	Kgv/h
Tanque HFO<4,5%S, Estribor Costado:	100263.52	202.88	0.8	56.81	0.8	162.30
Tanque HFO<4,5%S, Estribor Centrado:	101561.20	205.51	0.8	57.54	0.8	164.41
Tanque HFO<4,5%S, Babor Centrado:	101561.20	205.51	0.8	57.54	0.8	164.41
Tanque HFO<4,5%S, Babor Costado:	100263.52	202.88	0.8	56.81	0.8	162.30
Tanque HFO<1,5%S, E:	65615.29	132.77	0.8	37.18	0.8	106.22
Tanque HFO<1,5%S, B:	65615.29	132.77	0.8	37.18	0.8	106.22
Tanque HFO<0,1%S, E:	52870.21	106.98	0.8	29.95	0.8	85.59
Tanque HFO<0,1%S, B:	52870.21	106.98	0.8	29.95	0.8	85.59
Tanque Sedimentación HFO, E:	103201.66	208.83	0.8	167.06	0.8	167.06
Tanque Sedimentación HFO, B:	103201.66	208.83	0.8	167.06	0.8	167.06
Tanque Servicio Diario HFO, E:	149527.31	302.56	0.8	242.05	0.8	242.05
Tanque Servicio Diario HFO, B:	149527.31	302.56	0.8	242.05	0.8	242.05
Colector de retornos:	55295.05	111.89	0.3	11.75	0.2	22.38
Tanque de Reboses y Derrames:	61616.65	124.68	0.1	4.36	0	0.00
Tanque de Lodos:	23990.00	48.54	0.1	4.85	0	0.00
Tanque de Aguas aceitosas:	12590.00	25.48	0.2	5.10	0	0.00
Pre calentador de HFO de las separadoras centrífugas:	73254.72	148.23	0.4	59.29	0	0.00
Pre calentador de combustible (HFO) de motores: después de B. Alta	82411.56	166.76	0.4	66.70	0.2	33.35
Pre calentador de combustible de la separadora de DO:	31080.00	62.89	0.4	25.16	0	0.00
Pre calentador de aceite de cojinetes del motor principal para la purificadora:	110124.00	222.83	0.1	22.28	0	0.00
Pre calentador de aceite de cojinetes de los motores auxiliares para la purificadora:	9273.60	18.76	0.4	7.51	0	0.00
Pre calentador de agua de camisas:	126000.00	254.96	0	0.00	1	254.96
Generación de agua dulce:	21972.50	44.46	0	0.00	0.5	22.23
Generación de agua caliente sanitaria:	18666.67	37.77	0.5	18.89	0.5	18.89
Servicio de Hotel:	3733.33	7.55	0.5	3.78	0.5	3.78
Climatización-calefacción:	25921.00	52.47	0.4	20.99	0.5	26.24
Pérdidas caldera mixta:	9010.04	18.23	1	18.23	0	0.00
<b>TOTAL:</b>		<b>3664.57</b>		<b>1450.07</b>		<b>2237.06</b>

### 8.3.- Producción de vapor mediante la caldera de gases de exhaustación

Teniendo en cuenta las especificaciones del motor principal, la cantidad de calor que se puede obtener de los gases de exhaustación se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$G = \%MCR \times q_{gas-exh} \times C_{e,gas-exh} \times (t_{ec} - t_{sc}) \left( \frac{kcal}{h} \right)$$

Siendo:

- $\%MCR = 1$ .
- $C_{e,gas-exh} = 0,25 \frac{kcal}{kg \times ^\circ C}$ .
- $t_{ec} = 235 \text{ } ^\circ C$ , la temperatura de entrada a la caldera,  $5 \text{ } ^\circ C$  menos que a la salida de la turbosoplante.
- $t_{sc} = 185 \text{ } ^\circ C$ , la temperatura de salida de la caldera, siempre superior a  $180 \text{ } ^\circ C$  para evitar la temperatura de rocío del ácido sulfúrico.
- $q_{gas-exh} = 138800 \text{ } kg/h$ , el caudal de los gases de exhaustación.

Resultando:

$$G = 1735000 \frac{kcal}{h}$$

El caudal de vapor que se obtiene es estimado según indica la siguiente fórmula:

$$G_v = \frac{G \times \mu}{h_v - h_1} \quad \text{en} \left( \frac{kg_v}{h} \right)$$

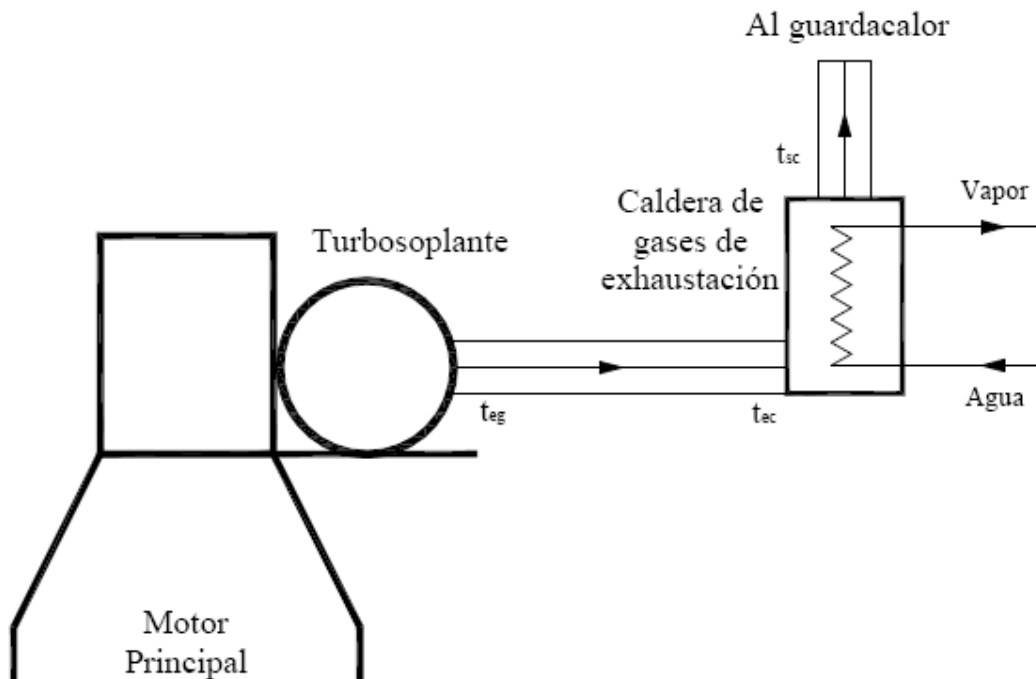
Siendo:

- $\mu = 0,96$ , las pérdidas por radiación (4%)
- $h_1 = 60 \text{ } kcal/kg$ , la entalpía del agua de admisión, suponiendo que el agua entra a la caldereta precalentada a  $60 \text{ } ^\circ C$ .
- $h_v = 660,6 \text{ } kcal/kg$ , la entalpía del vapor saturado seco a  $7,5 \text{ } kgf/cm^2$ .

Resultando:

$$G_v = 2773,23 \text{ kg}_v/h$$

Se observa que el vapor generado por la caldera de gases de exhaustación es más que el requerido en navegación y, también, en la condición de puerto. Como indican las especificaciones de proyecto la caldera que se instala es mixta, es decir, aprovecha los gases de exhaustación del motor principal (cuando éste esté funcionando). En puerto (cuando no está disponible el motor principal), se genera el calor mediante la combustión de HFO, gracias a los mecheros incorporados en la caldera.



#### **8.4.- Balance Final de Vapor**

Tras observar el balance del apartado anterior se observa que en situación de puerto se requieren unos 2237,06 Kgv/h, con la desfavorable situación de no disponer de los gases de exhaustación del motor principal. Por ello se ha instalado una caldera mixta que genere las necesidades de vapor en puerto; además de las necesidades de vapor de sus consumidores intrínsecos, como son:

##### **8.4.1.- Tanque de servicio diario de la caldera mixta**

El tanque es capaz de suministrar combustible para 24 horas de consumo de la caldera mixta. Para su dimensionamiento se toma un margen mayor, del orden del 10%. Por lo tanto el volumen del tanque de servicio diario de la caldera mixta es:

$$V_{TSDCA} = 1,1 \times \frac{q_{V, Puerto} \times C_{C/V} \times \tau}{0,96 \times \rho_{HFO}} \times 10^{-6} \quad \text{en } (m^3)$$

Siendo:

- $V_{TSDCA}$ , el volumen del tanque de servicio diario de la caldera mixta.
- $q_{V, Puerto} = 2500 \text{ kg}_V/h$ , el consumo de vapor en la condición de puerto, redondeada al alza.
- $C_{C/V} = 77 \text{ kg/ton}$ , el consumo de HFO por tonelada de vapor generado.
- $\tau = 24$  horas, el tiempo para calentar el tanque.

Resultando un volumen de:

$$V_{TSDCA} = 5,34 \text{ m}^3$$

El calor requerido para este tanque vale:

$$V = 5,34 \text{ m}^3$$

$$\rho_{HFO} = 991 \text{ Kg} / \text{m}^3$$

$$C_e = 0,44 \text{ Kcal} / \text{Kg}^\circ\text{C}$$

$$t_f = 65 (^\circ\text{C});$$

$$t_i = 45 (^\circ\text{C});$$

$$\tau = 6 \text{ horas}$$

$$q_1 = 7764,2 \text{ kcal/h}$$

Elemento	Kj (Kcal/(h m <sup>2</sup> °C))	Sj (m <sup>2</sup> )	te (°C)	qj (Kcal/h)
Costado	5	1.8	20	315
Costado	4	1.8	20	252
Cierre a proa	4	1.8	20	252
Cierre a popa	5	1.8	20	315
Tapa	5	1.8	20	315
Fondo	5	1.8	20	315
SUM qj				1764

$$q_2 = 1764 \text{ kcal/h}$$

Luego como  $q = q_1 + q_2$ ,

$$q_T = 9528,17 \text{ kcal/h}$$

Para obtener el flujo másico de vapor necesario se aplica la siguiente fórmula:

$$q_V = \frac{q}{r} = 19,28 \text{ kg}_V/\text{h}$$

Donde:

$$- r \left( 7 \text{ kcal/kg}_V \right) = 494 \text{ kcal/kg}_V$$

Ahora, dimensionamos el diámetro y la longitud de los serpentines:

$$- K_S = 100 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C};$$

$$- t_{SV} \left( 7 \text{ kcal/kg}_V \right) = 164,2 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$S_S = 0,87 \text{ m}^2$$

$$- v \left( 7 \text{ kcal/kg}_V \right) = 0,2778 \text{ m}^3/\text{kg};$$

$$- V = 25 \text{ m/s};$$

$$D_{intl} = 0,009 \text{ m}$$

$$D_{int} = \frac{3}{8}''$$

$$L_S = 29,16 \text{ m}$$

#### 8.4.2.- Precalentador de HFO de la caldera mixta

El caudal de combustible que pasa por cada precalentador es 1,5 veces el consumo de la caldera en una hora:

$$C = 1,5 \times \frac{q_{V, Puerto} \times C_{C/V} \times \tau}{0,96 \times \rho_{HFO}} \times 10^{-3} \quad \text{en } \left( \frac{l}{h} \right)$$

Siendo:

- $q_{V,Puerto} = 2500 \text{ kg}_v/h$ , el consumo de vapor en la condición de puerto, redondeada al alza.
- $C_{C/V} = 77 \text{ kg/ton}$ , el consumo de HFO por tonelada de vapor generado.
- $\tau = 1 \text{ hora}$ , el tiempo para calentar el tanque.

Resultando un caudal que se inyecta en la caldera de:

$$Q = 291,37 \text{ l/h}$$

El cálculo de la necesidad de vapor será:

$$Q = \text{caudal que se inyecta a la caldera} = 291,37 \text{ l/h}$$

$$\rho_{HFO} = 991 \text{ Kg/m}^3$$

$$C_e = 0,44 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$t_f = 95 (^\circ\text{C});$$

$$t_i = 65 (^\circ\text{C});$$

$$q = 3811,50 \text{ kcal/h}$$

Para obtener el flujo másico de vapor necesario se aplica la siguiente fórmula:

$$q_v = \frac{q}{r} = 7,71 \text{ kg}_v/h$$

#### 8.4.3.- Bomba de HFO para el tanque de servicio de la caldera mixta

Se instalan dos bombas de husillos, una de ellas de respeto de la otra, cuya misión es llenar el tanque de servicio de la caldera. El caudal de las bombas es tal que aproximadamente en una hora se llene el tanque (5,34 m<sup>3</sup>), en caso de que estuviera vacío.

La potencia eléctrica que consumen estas bombas es, suponiendo una presión de 3 bares, un caudal de 1,7 m<sup>3</sup>/h, una temperatura de 45 °C, un rendimiento mecánico de la bomba de 0,44, la densidad del HFO de 0,991 t/m<sup>3</sup> y un rendimiento eléctrico de 0,73:

$$P = 1,24 \text{ kW}$$



#### **8.4.4.- Sopladores de hollín**

Se estima un consumo de vapor para el soplador de hollín de un 3 % de la producción horaria de la caldera:

$$q = 37065 \text{ kcal/h} \Rightarrow q_v = 75 \text{ kg}_v/\text{h}$$

#### **8.5.- Balance Final de Vapor**

Se considera como consumidor las posibles pérdidas de la caldera auxiliar, que las supondremos del 0,5 % de la producción total de vapor.

CONSUMIDORES	Navegación				Puerto	
	Kcal/h	Kgv/h	Ks	Kgv/h	Ks	Kgv/h
Tanque HFO<4,5%S, Estribor Costado:	100263.52	202.88	0.8	56.81	0.8	162.30
Tanque HFO<4,5%S, Estribor Centrado:	101561.20	205.51	0.8	57.54	0.8	164.41
Tanque HFO<4,5%S, Babor Centrado:	101561.20	205.51	0.8	57.54	0.8	164.41
Tanque HFO<4,5%S, Babor Costado:	100263.52	202.88	0.8	56.81	0.8	162.30
Tanque HFO<1,5%S, E:	65615.29	132.77	0.8	37.18	0.8	106.22
Tanque HFO<1,5%S, B:	65615.29	132.77	0.8	37.18	0.8	106.22
Tanque HFO<0,1%S, E:	52870.21	106.98	0.8	29.95	0.8	85.59
Tanque HFO<0,1%S, B:	52870.21	106.98	0.8	29.95	0.8	85.59
Tanque Sedimentación HFO, E:	103201.66	208.83	0.8	167.06	0.8	167.06
Tanque Sedimentación HFO, B:	103201.66	208.83	0.8	167.06	0.8	167.06
Tanque Servicio Diario HFO, E:	149527.31	302.56	0.8	242.05	0.8	242.05
Tanque Servicio Diario HFO, B:	149527.31	302.56	0.8	242.05	0.8	242.05
Colectro de retornos:	55295.05	111.89	0.3	11.75	0.2	22.38
Tanque de Reboses y Derrames:	61616.65	124.68	0.1	4.36	0	0.00
Tanque de Lodos:	23990.00	48.54	0.1	4.85	0	0.00
Tanque de Aguas aceitosas:	12590.00	25.48	0.2	5.10	0	0.00
Precalentador de HFO de las separadoras centrífugas:	73254.72	148.23	0.4	59.29	0	0.00
Precalentador de combustible (HFO) de motores: después de B. Alta	82411.56	166.76	0.4	66.70	0.2	33.35
Precalentador de combustible de la separadora de DO	31080.00	62.89	0.4	25.16	0	0.00
Precalentador de aceite de cojinetes del motor principal para la purificadora:	110124.00	222.83	0.1	22.28	0	0.00
Precalentador de aceite de cojinetes de los motores auxiliares para la purificadora	9273.60	18.76	0.4	7.51	0	0.00
Precalentador de agua de camisas:	126000.00	254.96	0	0.00	1	254.96
Generación de agua dulce:	21972.50	44.46	0	0.00	0.5	22.23
Generación de agua caliente sanitaria:	18666.67	37.77	0.5	18.89	0.5	18.89
Servicio de Hotel:	3733.33	7.55	0.5	3.78	0.5	3.78
Climatización-calefacción:	25921.00	52.47	0.4	20.99	0.4	26.24
Tanque de servicio diario de la caldera mixta:	9528.17	19.28	0	0.00	0.8	15.42
Precalentador de combustible (HFO) de la caldera mixta:	3811.50	7.71	0	0.00	1	7.71
Sopladores de hollín:	37065.00	75.00	0	0.00	0.4	30.00
Pérdidas caldera mixta:	9262.06	18.74	0	0.00	1	18.74
<b>TOTAL:</b>		<b>3767.07</b>		<b>1431.83</b>		<b>2308.94</b>

Teniendo en cuenta lo anterior se instala una caldera mixta que genere las necesidades de vapor en puerto (2500 Kgv/h).

## **8.6.- Otros elementos del sistema de generación de vapor**

### **8.6.1.- Tanque de alimentación de agua dulce de la caldera mixta**

Este tanque está comunicado con el tanque almacén de agua dulce a través de una válvula de flotador que garantiza un nivel mínimo y asegura que las bombas de alimentación no se desceban.

El criterio para dimensionar este tanque ha sido que tenga capacidad para alimentar agua dulce a la caldera mixta para que dé su producción durante una hora (2500  $kg/h$ ). Añadiendo un 20 % de margen, se obtiene un tanque de:

$$V = 1,2 \times \frac{C \times \tau}{0,96 \times \rho_{H_2O}} \quad \text{en } (m^3)$$

Siendo:

- $Q = 2500 \text{ } kg_v/h$  , la producción de la caldera mixta.
- $\rho_{H_2O} = 1000 \text{ } kg/m^3$  , la densidad del agua dulce.
- $\tau = 1$  hora.

Resultando un volumen de:

$$V = 3,13 \text{ } m^3$$

### **8.6.2.-Bombas de alimentación de agua de la caldera mixta**

Se instalan dos bombas de alimentación, una de las bombas de respeto. Se utilizan bombas centrífugas, y cada una de ellas es capaz de alimentar a la caldera mixta más un margen del 10%, por lo tanto el caudal de cada bomba es de  $2,75 \text{ } m^3/h$  .

La potencia que consumen estas bombas es, suponiendo una presión de 8 bares, una temperatura de 60 °C, un rendimiento mecánico de la bomba de 0,60 y un rendimiento eléctrico de 0,8:

$$P = 1,3 \text{ kW}$$

### **8.6.3.- Condensador y bombas de extracción de condensado**

Se dispone en este circuito de un condensador que recoge el exceso de vapor producido y lo condensa. Para extraer este condensado, se dispone de dos bombas, una

respeto de la otra. Estas bombas son centrífugas y la potencia eléctrica de cada una de estas bombas coincide con la potencia eléctrica de las bombas de alimentación de la caldera mixta:

$$P = 1,3 \text{ kW}$$

## **9.- SISTEMAS DE AGUA DULCE**

### **9.1.- Servicio sanitario**

El buque dispone de un circuito de agua dulce para sistemas (caldera y rellenar los circuitos de agua de refrigeración de motores) y de un sistema de agua dulce sanitaria; este último incluye el sistema de agua potable fría y el sistema de agua potable caliente. El agua dulce referente a la refrigeración de motores ya fue tratado anteriormente en el apartado de “Sistema de refrigeración centralizado”. Todos los sistemas tienen en común que el agua dulce proviene de dos tanques de agua dulce (uno para sistemas y otro para agua dulce), que son rellenados gracias al generador de agua dulce.

El agua dulce que proveniente del generador de agua dulce se bifurca en dos líneas, una rellena directamente el tanque de agua dulce de sistemas; y la otra va a la unidad potabilizadora, tras la cual el agua potable va al tanque de almacén del agua potable.

### **9.2.- Generador de agua dulce**

#### **9.2.1.- Cálculo de la producción de agua dulce**

El generador principal de agua dulce es un equipo que empleará agua de refrigeración de camisas del motor principal cuando se esté navegando; y cuando no esté disponible el agua de refrigeración de camisas se empleará un generador de agua dulce que emplea vapor.

Este equipo genera agua dulce en un proceso de hervido a vacío (al 95 % de vacío). Siendo la temperatura de saturación del agua de 45,4 °C, con un calor de vaporización de 564,6 kcal/kg, el calor que puede llegar a suministrar el agua de refrigeración de las camisas, teniendo en cuenta que el caudal máximo es de 115 m<sup>3</sup>/h, y las temperaturas de entrada y salida son de 50 y 80 °C respectivamente, y que el fabricante recomienda que como máximo sólo se aproveche el 40 % del calor transferido, es:

$$Q = 0,9 \times 0,4 \times 115000 \times 1 \times (80 - 50) = 1242000 \text{ kcal/h}$$

Donde se ha asumido un rendimiento de 0,9 para el proceso de transferencia de calor. La cantidad de agua dulce que se puede generar es:

$$\frac{1242000}{564,6} = 2200 \text{ kg/h}$$

Si el generador funciona las 24 horas del día, la capacidad máxima es:

$$\frac{2200 \times 24}{1000} = 52,8 \text{ Ton/día}$$

### 9.2.2.- Cálculo de las necesidades de agua dulce

Este cálculo dimensiona el generador de agua dulce, y se divide en:

- Agua dulce para la tripulación. Considerando un consumo de 200 litros por persona y día, siendo 30 tripulantes (se ha redondeado al alza los 28 tripulantes):

$$C_1 = 30 \times 200 = 6 \text{ Ton/día}$$

- Agua dulce para sistemas. Se considera que es el doble que el requerido para agua dulce sanitaria:

$$C_2 = 12 \text{ Ton/día}$$

Por lo tanto la cantidad necesaria de agua dulce para generar sería de 18  $m^3/día$ , pero se considera que el agua dulce que se genera es de 20  $m^3/día$ .

### 9.2.3.- Cálculo de tanques y bombas del servicio

#### 9.2.3.1.- Tanque de almacén de agua dulce

Se han dispuesto tres tanques de agua dulce, dos para sistemas y otro de agua dulce potable. El sobredimensionamiento de los tanques de agua se debe a que no siempre se está generando agua dulce (zonas cercanas a puerto), y que en ocasiones se está esperando paso por un canal o entrada en puerto, y al no generar agua dulce, se tiene que tomar de estos tanques durante varios días.

Se han dispuesto de sendos tanques de agua dulce, uno para sistemas y otro de agua dulce potable:

AGUA DULCE	CAPACIDAD (m3)	Hierros (%)	Hierros (m3)	CAPACIDAD TOTAL (m3)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
Agua Dulce Estribor	200.64	2%	4.01	196.63	6.806	6.586	14.518
Agua Dulce Babor	200.64	2%	4.01	196.63	6.806	6.586	14.518

#### 9.2.3.2.- Bombas de agua sanitaria fría

Estas bombas alimentan el tanque hidróforo. El caudal requerido será el del caudal requerido para tripulación (200 litros/día y persona, para cada uno de los 30 (se ha redondeado al alza los 28 tripulantes)).

La potencia eléctrica que consumen estas bombas es, suponiendo una presión de 5 bares, un caudal de 6  $m^3/h$ , una temperatura de 30 °C, un rendimiento mecánico

de la bomba de 0,6, la densidad del agua dulce de  $1\text{ t/m}^3$  y un rendimiento eléctrico de 0,73:

$$P = 1,93\text{ kW}$$

#### 9.2.3.3.- Bombas de agua sanitaria caliente

Se instalan cuatro bombas centrífugas, dos están de respeto de las otras Un par de las bombas alimenta el tanque amortiguador del subsistema de agua caliente sanitaria, y el otro par son para mantener circulando el agua caliente a través de colector en anillo (que une el tanque amortiguador y los grifos).

El caudal requerido es la mitad del caudal requerido para tripulación (100 litros/día para cada uno de los 30 tripulantes).

La potencia eléctrica que consumen estas bombas es, suponiendo una presión de 5 bares, un caudal de  $3\text{ m}^3/\text{h}$ , una temperatura de  $30\text{ }^\circ\text{C}$ , un rendimiento mecánico de la bomba de 0,60, la densidad del agua dulce de  $1\text{ t/m}^3$  y un rendimiento eléctrico de 0,73:

$$P = 0,96\text{ kW}$$

#### 9.2.3.4.- Tanque hidróforo

Se dispone de un tanque hidróforo para el sistema de agua dulce sanitaria, cuyo volumen es de  $1\text{ m}^3$ .

### 9.2.4- Equipo de potabilización de agua dulce

Se instala una potabilizadora con capacidad de  $6\text{ m}^3/\text{h}$ , para el sistema de agua dulce sanitaria. Esta potabilizadora, está situada después del generador de agua dulce en el proceso de obtención de agua dulce sanitaria.

Se estima que la potencia consumida por este equipo de potabilización es de 2.5 kW.

### 9.2.5.- Planta de tratamiento de aguas residuales

Se ha instalado una planta con una capacidad de  $4\text{ m}^3/\text{día}$ , apta para la depuración de las aguas residuales de una tripulación de 30 miembros. Su consumo eléctrico se puede estimar en los 10 kW.

#### 9.2.5.1.- Tanque séptico

Se dispone un tanque séptico de  $12,21\text{ m}^3$  con objeto de poder almacenar las aguas fecales cuando el buque permanezca en puerto.

#### 9.2.5.2.- Incinerador

Con objeto de incinerar tanto los residuos sólidos como los lodos residuales de combustible o aceite, se ha instalado un incinerador, en una cámara independiente en la segunda plataforma de la cámara de máquinas.

Se le considera un consumo eléctrico de 1 kW. El incinerador está en consonancia con las exigencias de la sociedad de clasificación (Part C, CH 1, Secc. 3).



## **10.- SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO**

Para poder arrancar los motores instalados a bordo, se necesita un sistema de aire comprimido. Dicho sistema no será exclusivo para el arranque de los motores, sino que también se encargara de controlar y actuar sobre instrumentos y herramientas, así como de hacer sonar sirenas, etc.

El sistema está compuesto por dos compresores que elevan la presión del aire hasta que alcanza los 30 bares. Luego el aire pasa por un purgador que elimina los posibles restos de aceite y agua que se pueda haber generado por condensación, y una vez hecho esto, es almacenado en dos botellas principales, donde se mantiene la presión.

Las botellas disponen de válvula separadas para cada servicio, además de una válvula de seguridad tarada a una presión ligeramente superior a la de servicio, de forma que deja escapar el aire cuando se alcanza dicha presión. En ambas botellas se dispondrá de purgadores que permitan descargar el agua en caso de condensarse.

Los servicios para los que se destina el aire de las botellas son los que se explican a continuación:

- Para arrancar el motor principal se utiliza aire a 30 bares que va directamente desde las botellas principales hasta una válvula de arranque situada junto al motor.
- Para accionar las válvulas de exhaustación del motor principal y también para sus mecanismos de parada de seguridad, existe una estación reductora que disminuye la presión del aire de las botellas hasta los 7 bares.
- Para la limpieza de las turbosoplantes y para la válvula calibrada que controla la presión de entrada del combustible al motor principal, existe otra salida de botellas principales que dirige el aire a través de una válvula reductora de presión hasta disminuirla a 10 bares.
- Para el arranque de los auxiliares existe otro circuito que toma aire de las botellas principales y lo conduce hasta los grupos generadores pasando por las válvulas reductoras de presión, pues los motores auxiliares solo necesitan unos 9 bares.

En el sistema de aire comprimido existe un compresor de emergencia que es capaz de aumentar la presión del aire hasta los 9 bares. Ese compresor se utiliza para llenar la botella de auxiliares, que es una botella de menor capacidad que las principales, y que está interconectada con la rama del circuito utilizada para el arranque de los diesel alternadores.

Por último se Instalara un sistema de baja presión compuesto por una botella a 7 bares, alimentada por un compresor a esta presión, y alternativamente, desde las botellas principales a través de la estación reductora mencionada anteriormente. Este sistema suministrara aire comprimido para el accionamiento neumático de válvulas de exhaustación y de los mecanismos de parada de seguridad del motor y para todos los restantes servicios del buque no relacionados con el motor principal y los auxiliares.

Al igual que las botellas principales, la auxiliar y la de servicios dispondrán de válvulas de seguridad y de purgadores de características idénticas.

Seguidamente se presenta un esquema del sistema de aire comprimido:

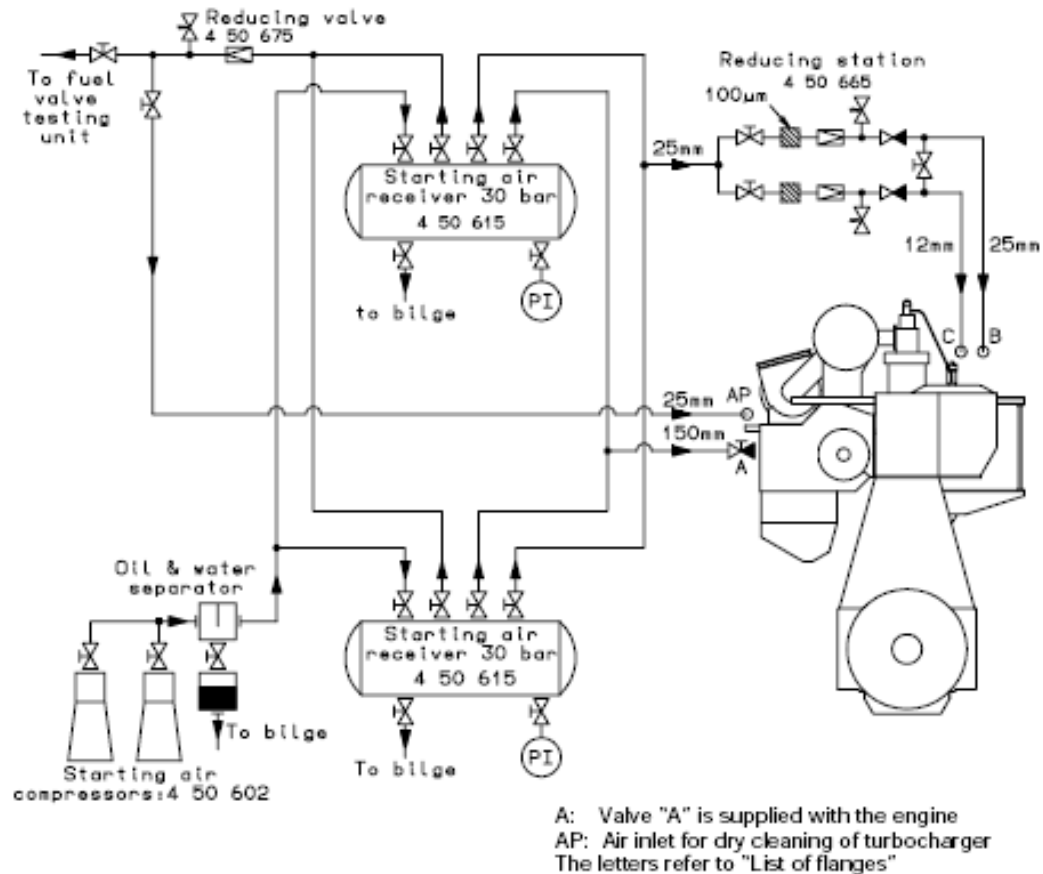


Fig. 6.08.01: Starting and control air systems

779 35 09-B.0

El sistema de aire comprimido está en consonancia con las exigencias de la sociedad de clasificación (Part C, CH 1, Secc. 10).

### 10.1.- Botellas principales

Según las especificaciones del motor principal, el volumen necesario para el motor principal es de  $8,5 \text{ m}^3$  y  $1,75 \text{ m}^3$  para motores auxiliares. Por lo tanto se dispone de dos botellas de  $12 \text{ m}^3$  a 30 bares cada una.

### **10.2.- Compresores principales**

Según las especificaciones de motor principal, los compresores principales deben ser refrigerados por agua, de dos etapas con refrigeración entre etapas. La cantidad de aire debe ser suficiente para 12 arrancadas para motores reversibles (es el caso del motor principal). Teniendo en cuenta las especificaciones del motor principal (de nuevo) se tiene que la capacidad total de los compresores debe ser de 510 m<sup>3</sup>/h; por lo tanto cada compresor tendrá la capacidad de 255 m<sup>3</sup>/h.

El consumo eléctrico de cada uno de los compresores es, para una presión de 30 bares, una densidad del aire de 0,00115 t/m<sup>3</sup>, un rendimiento isentrópico de 0,7, un rendimiento mecánico de 0,9 y un rendimiento eléctrico de 0,9:

$$P = 72,79 \text{ kW}$$

### **10.3.- Botella de aire para motores auxiliares**

En el apartado de “Botellas de aire principales” se consideró que el volumen de aire para auxiliares es de 1,75 m<sup>3</sup>. Por lo tanto se dispondrá una botella de aire auxiliar con capacidad para 630 litros.

Esta botella tendrá una válvula de seguridad tarada a 9 bares de forma que si el aire aumentara su presión hasta ese valor, será descargado disminuyendo la presión. Para llenar esta botella se podrá utilizar tanto el compresor de emergencia como las botellas principales.

### **10.4.- Botella de aire de servicio**

Se utiliza para distintos servicios tales como la maquinaria del taller, limpieza de tomas de mar, filtro de aceite de los motores, etc.

Se instala una botella con capacidad para 3 m<sup>3</sup>, rellena bien desde el compresor de servicio, o bien desde las botellas principales.

### **10.5.- Compresor de aire de emergencia**

Tiene 20 m<sup>3</sup>/h de capacidad. El consumo eléctrico de este compresor es, para una presión de 9 bares, una densidad del aire de 0,00115 t/m<sup>3</sup>, un rendimiento isentrópico de 0,7, un rendimiento mecánico de 0,9 y un rendimiento eléctrico de 0,8:

$$P = 3,45 \text{ kW}$$

**10.6.- Compresor de aire de servicio**

Tiene  $20 \text{ m}^3/h$  de capacidad. El consumo eléctrico de este compresor es, para una presión de 7 bares, una densidad del aire de  $0,00115 \text{ t/m}^3$ , un rendimiento isentrópico de 0,7, un rendimiento mecánico de 0,9 y un rendimiento eléctrico de 0,8:

$$P = 2,91 \text{ kW}$$

## **11.- EQUIPO DE VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO**

Se describen aquí los equipos de aire acondicionado y ventilación se espacios de acomodación, cabina de control de cámara de máquinas así como la ventilación de la cámara de máquinas.

### **11.1.- Aire acondicionado en acomodaciones**

El objeto de este servicio es mantener el aire en el interior de los locales en unas condiciones adecuadas de temperatura, grado de humedad y composición química, esto es, con suficiente oxígeno, libre de polvo y olores, todo ello con independencia de las condiciones atmosféricas exteriores. La instalación se ha diseñado de forma que permite el control de las variables mencionadas durante todo el año.

El sistema más habitual es la instalación centralizada con un solo conducto. El tratamiento térmico de aire se efectúa exclusivamente en la unidad de aire acondicionado donde una mezcla de aire exterior y aire recirculado es enfriada y deshumedecida en verano, y calentada y humedecida en invierno.

De la cantidad de aire que se ha de acondicionar se toma una parte de aire exterior (aproximadamente el 60 %) tomándose el resto de pasillos y recirculándose después (excepto el procedente de aseos y oficinas).

La corriente de aire se produce con varios ventiladores instalados en un local especialmente preparado para un completo aislamiento acústico. El aire es distribuido a continuación a través de los conductos a los espacios que se quiere acondicionar. Al final de cada conducto hay un difusor con su correspondiente válvula de regulación de flujo para reducir la presión de salida del aire y los ruidos.

El tratamiento térmico del aire está controlado por un equipo de regulación automática centralizado. La temperatura de cada local es fácilmente regulable por los ocupantes haciendo variar el flujo de salida. Una parte del caudal de aire es llevada de nuevo al acondicionador a través de los pasillos para su recirculación y otra es expulsada al exterior a través de los extractores de los aseos, cocinas, etc.

La refrigeración se efectúa mediante un sistema por expansión directa mientras que el calentamiento del aire se realiza por medio de vapor.

El sistema de aire acondicionado que se instala es del tipo de alta presión y alta velocidad, constituido por un compresor de 50 kW, un condensador y una unidad de acondicionamiento operada con vapor y R134a. La unidad de acondicionamiento de aire, con su ventilador para distribuir la corriente de aire, tiene un consumo eléctrico estimado acudiendo a datos de buques similares, de 25 kW. Está diseñada para las condiciones siguientes:

- En verano: Temperatura interior de 27 °C con una humedad relativa del 50%, siendo la temperatura exterior de 40 °C con una humedad relativa del 70%.

- En invierno: temperatura interior de 22 °C, siendo la temperatura exterior de -5 °C, siendo la humedad relativa del 50% interior y exterior.

### **11.2.- Aire acondicionado de la cabina de control de máquinas**

Se instalan dos unidades de acondicionamiento de aire para la cabina de control de máquinas. El equipo está dimensionado para mantener 27 °C y 65 % de humedad relativa en el interior de la cabina con una temperatura exterior de cámara de máquinas de 45 °C y una temperatura exterior de 40 °C y 70% de humedad relativa, con un 70% de recirculación y suministrando 20 renovaciones de aire por hora.

Siendo el volumen de la cabina de control de aproximadamente 160  $m^3$ , el caudal de aire es de 1200  $m^3/h$ .

Acudiendo a catálogos de equipos de aire acondicionado marinos, se ha estimado la potencia del equipo, teniendo en cuenta el consumo de su compresor y el ventilador, en 4 kW.

### **11.3.- Ventiladores de espacio de acomodación y casco**

Se instalan electro-ventiladores para atender los espacios:

- Zona 1: puente.
- Zona 2: baños y dormitorios.
- Zona 3: pasillos.
- Zona 4: oficina.
- Zona 5: cocina.
- Zona 6: salas de estar y biblioteca.
- Zona 7: gimnasio y salas de ocio.
- Zona 8: comedores.
- Zona 9: sala de control de cámara de máquinas.

La potencia total de ventiladores y extractores de espacios de acomodación y casco se puede estimar en 15 kW.

#### **11.4.- Ventilación de cámara de máquinas.**

Los objetivos de la instalación son:

- Crear en dicho espacio unas condiciones de trabajo no perjudiciales para las personas y las máquinas que allí se encuentran.
- Disipar el calor desprendido por las máquinas.
- Suministrar aire en perfectas condiciones de utilización a los motores y máquinas en funcionamiento.

##### **11.4.1.-Equipo de ventiladores de la cámara de máquinas**

Para cumplir los dos primeros objetivos se dimensiona el equipo de cara a conseguir 20 renovaciones de aire por hora en la cámara de máquinas. Siendo su volumen, con una permeabilidad del 85 % para tener en cuenta el espacio ocupado por maquinaria y equipos, de  $3100 \text{ m}^3$ , el flujo de aire necesario es:

$$3100 \times 20 = 62000 \text{ m}^3/h$$

Para cumplir el tercer objetivo es necesario un cálculo estimativo de las necesidades de aire de los motores que allí se encuentran. Acudiendo al catálogo del fabricante del motor principal, se tiene que el consumo de aire es  $95300 \text{ m}^3/h$ .

Las necesidades globales de aire de ventilación de la cámara de máquinas son:

$$157300 \text{ m}^3/h$$

Se instalan dos ventiladores que dan el 65% del caudal total y otros dos que dan el resto del caudal. Por otro lado, se disponen dos extractores del 25% del caudal de aire. La diferencia de presión de trabajo es de 50 mm.c.a. para los ventiladores y de 40 mm.c.a. para los extractores.

Por lo tanto, el equipo de ventilación está formado por:

- Dos ventiladores impulsores de  $100000 \text{ m}^3/h$  de 50 mm.c.a, de 20,2 kW de potencia por unidad.
- Dos ventiladores axiales reversibles de  $100000 \text{ m}^3/h$  de 50 mm.c.a, de 32,3 kW de potencia por unidad.
- Un extractor centrífugo para cámara de purificadoras de  $25000 \text{ m}^3/h$  a 50 mmca, de 6,2 kW de potencia.

Los ventiladores están situados sobre el guardacalor, la mitad a proa y los otros dos a popa de la chimenea. Se instalan filtros de aire para los ventiladores de cámara de máquinas.

### **11.5.- Aire de barrido**

Al motor se le suministra aire de barrido desde una turbosoplante. El compresor de la turbosoplante succiona aire de la cámara de máquinas, a través de un filtro de aire, y el aire comprimido se refrigera mediante un enfriador de aire de barrido. Cada enfriador se suministra con un recolector de humedad, el cual previene que el agua condensada sea llevada por el aire al receptor del aire de barrido y a la cámara de combustión.

El motor se suministra con dos sopladores auxiliares accionados eléctricamente. Se fijan las válvulas de no retorno entre el enfriador de aire de barrido y el receptor de aire de barrido, que se cierran automáticamente cuando los sopladores auxiliares comienzan a suministrar el aire de barrido.

Los sopladores auxiliares comienzan a funcionar antes de que el motor arranque y aseguran un completo barrido de los cilindros en la fase de arranque, lo cual lleva a un arranque más seguro.

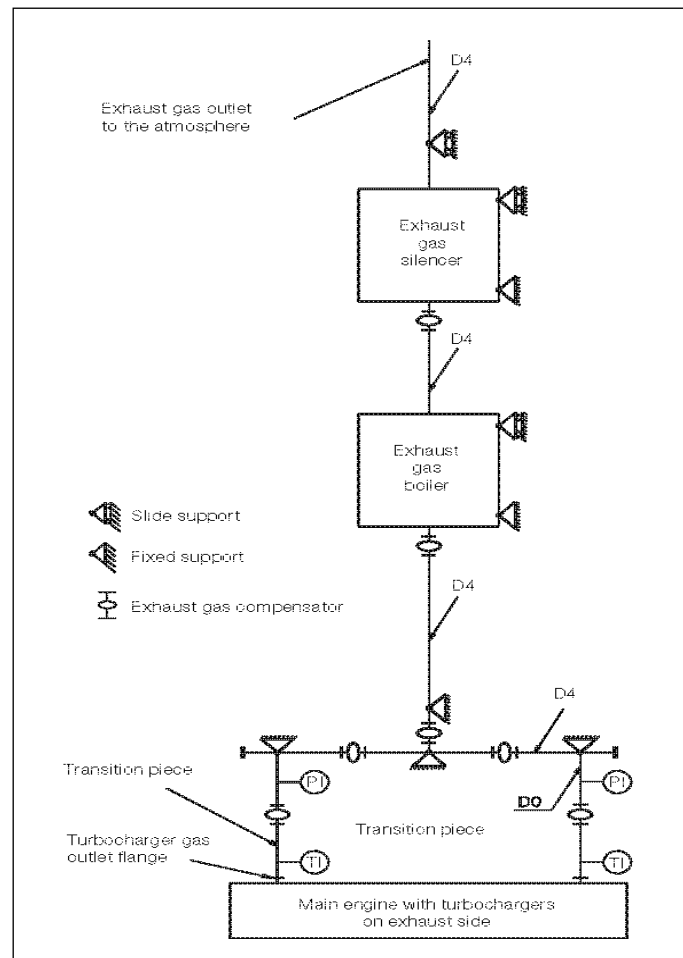
Durante el funcionamiento del motor los sopladores auxiliares arrancarán automáticamente cuando la carga del motor se reduzca a un 30-40% y continuarán funcionando hasta que la carga exceda de nuevo el 40-50%.



## 12.- SISTEMA DE GASES DE EXHAUSTACIÓN

Los gases de exhaustación son conducidos desde los cilindros al receptor de gases de exhaustación donde las presiones fluctuantes de los cilindros se igualan y desde donde el gas se conduce hacia la turbosoplante a una presión constante.

En la figura siguiente presenta un esquema de este servicio:



El sistema de exhaustación está formado por varias exhaustaciones independientes:

- Exhaustación del motor principal.
- Exhaustación de la caldera.
- Exhaustaciones de los motores auxiliares.
- Exhaustación del diesel de emergencia.
- Exhaustación del incinerador.

Cada exhaustación es independiente para evitar reflujos en los conductos procedentes de una máquina a los conductos de otra; de tal modo que cada uno de los

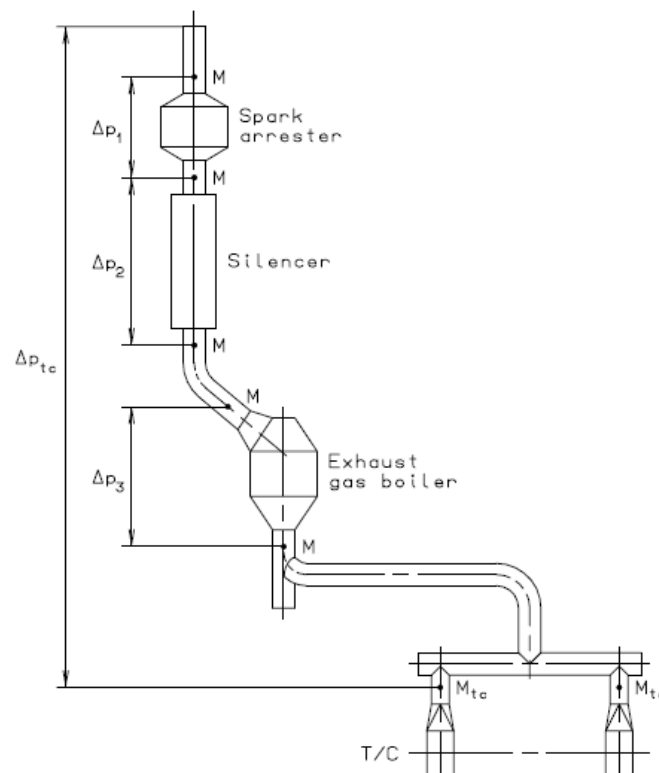
sistemas de exhaustación tiene elementos similares a las demás, salvo la del motor principal.

Cada sistema de exhaustación tiene la función de evacuar al exterior del buque los gases producidos por la combustión de la máquina a la que pertenece. Esto se hace desde la cámara de máquinas o local donde se encuentre la máquina a exterior a través del guardacalor.

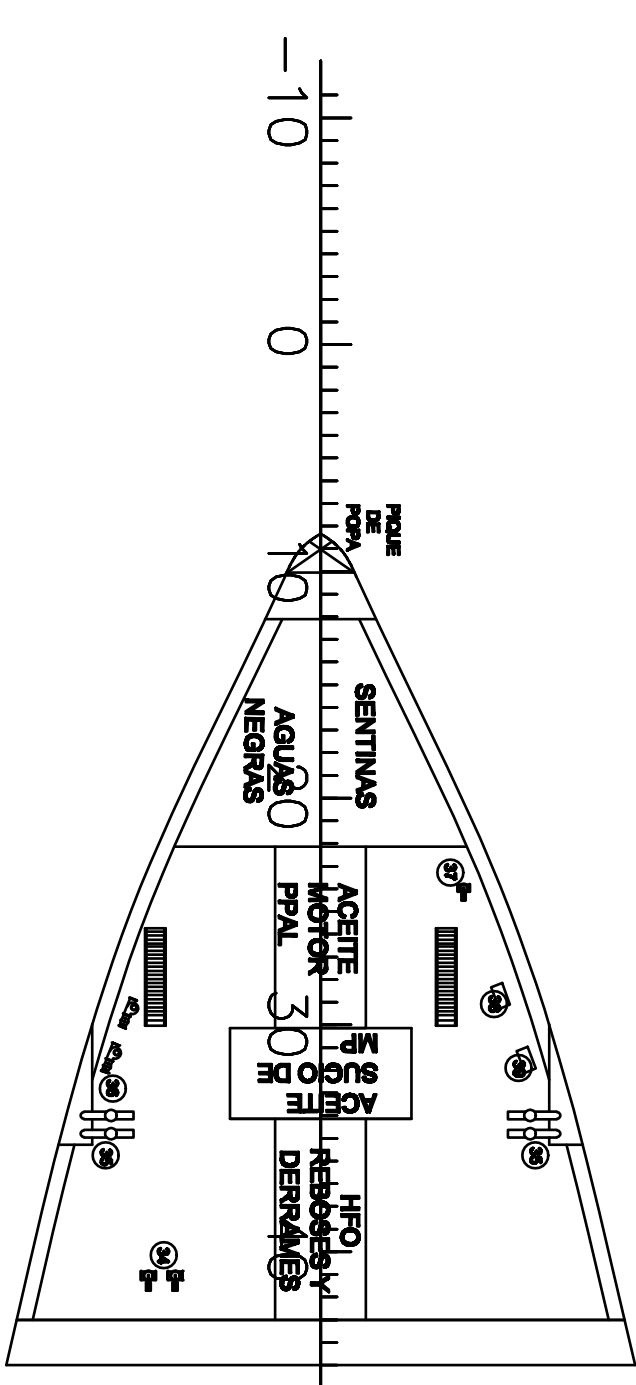
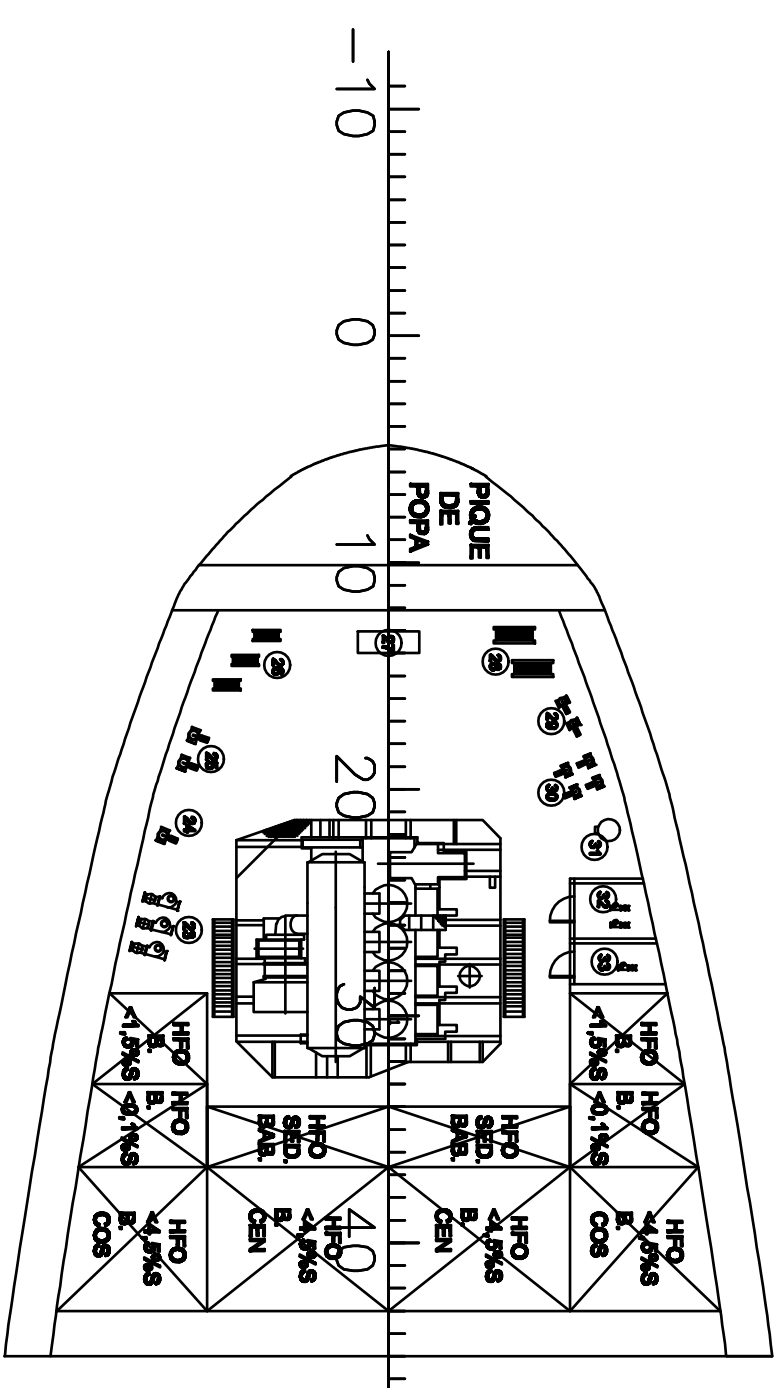
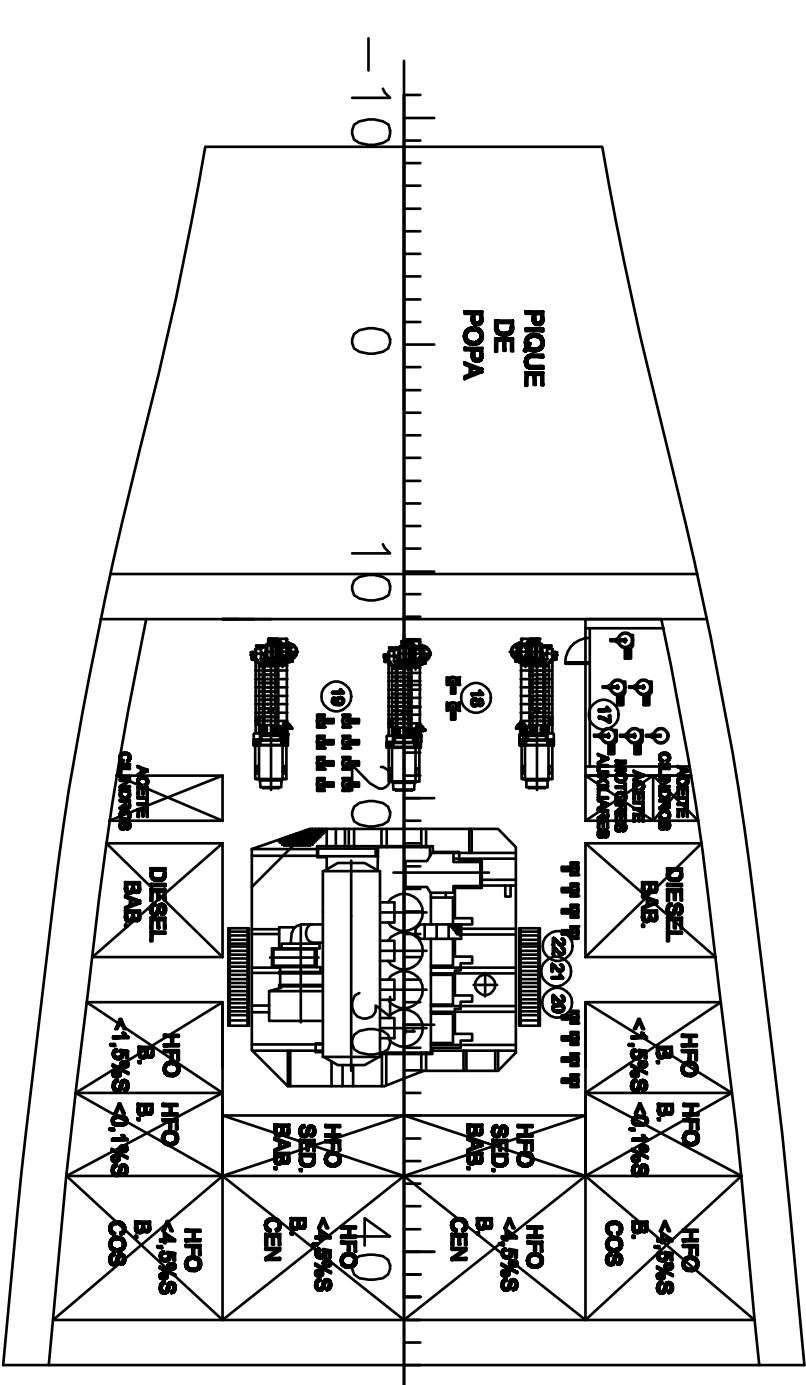
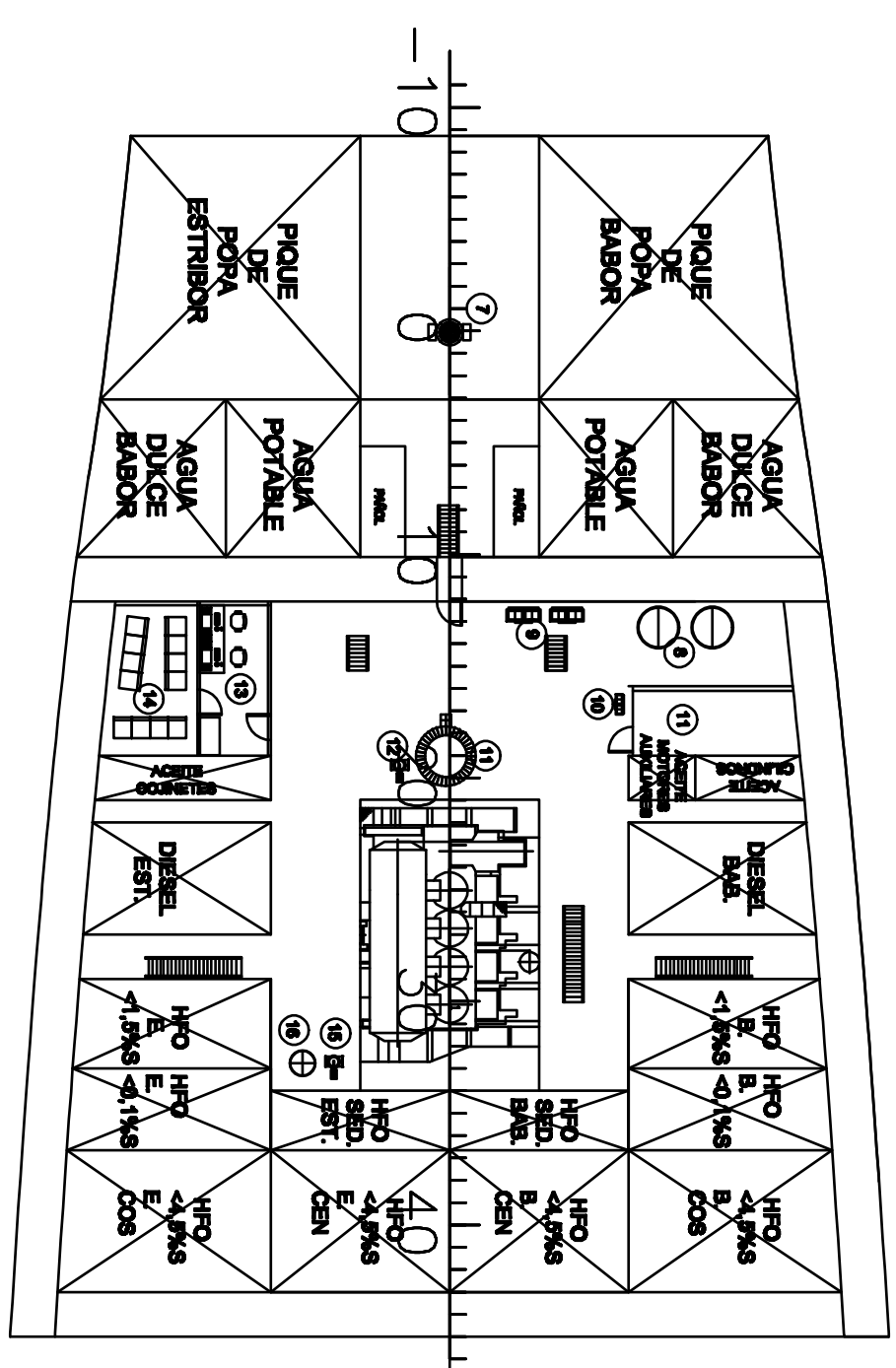
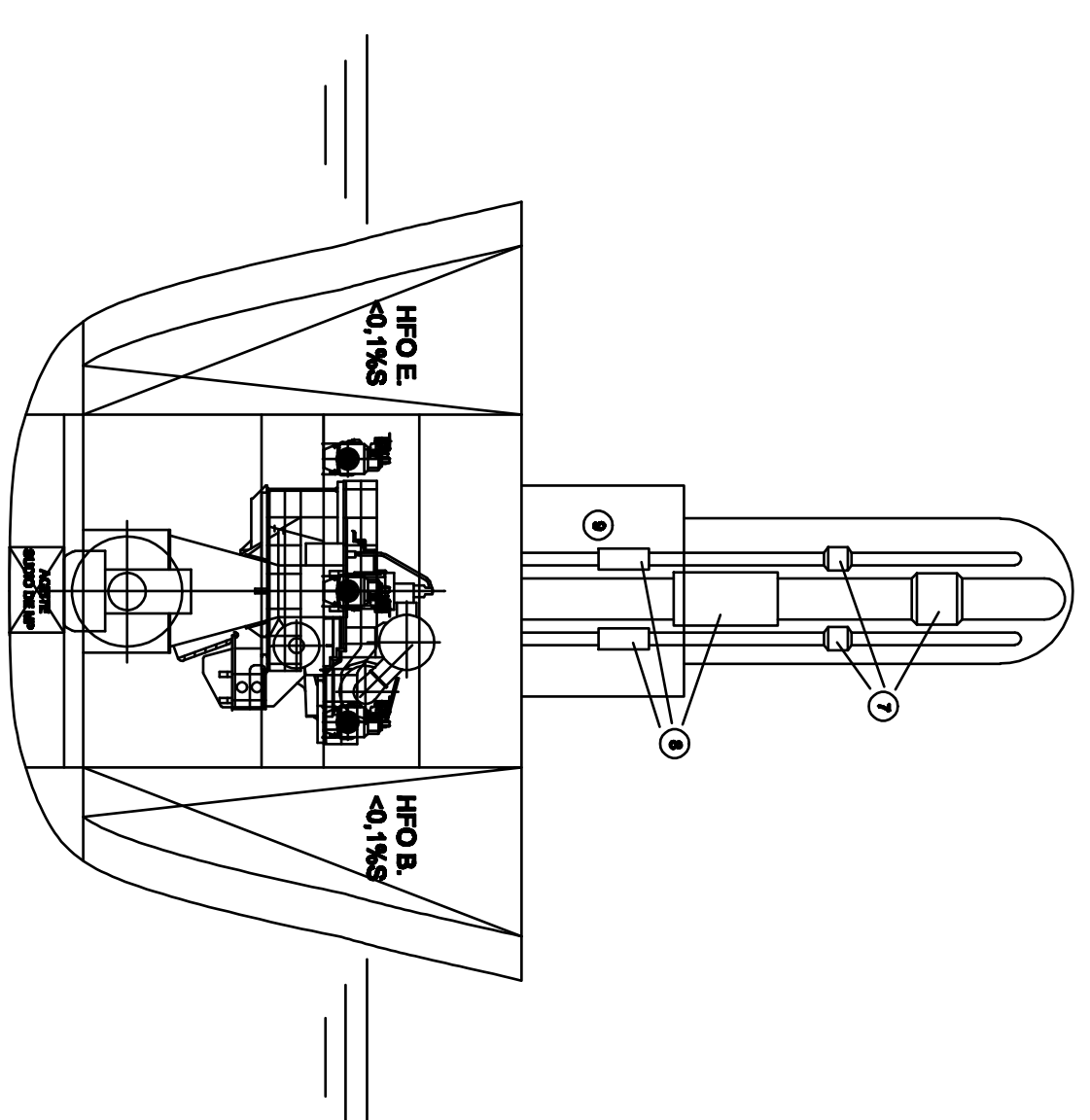
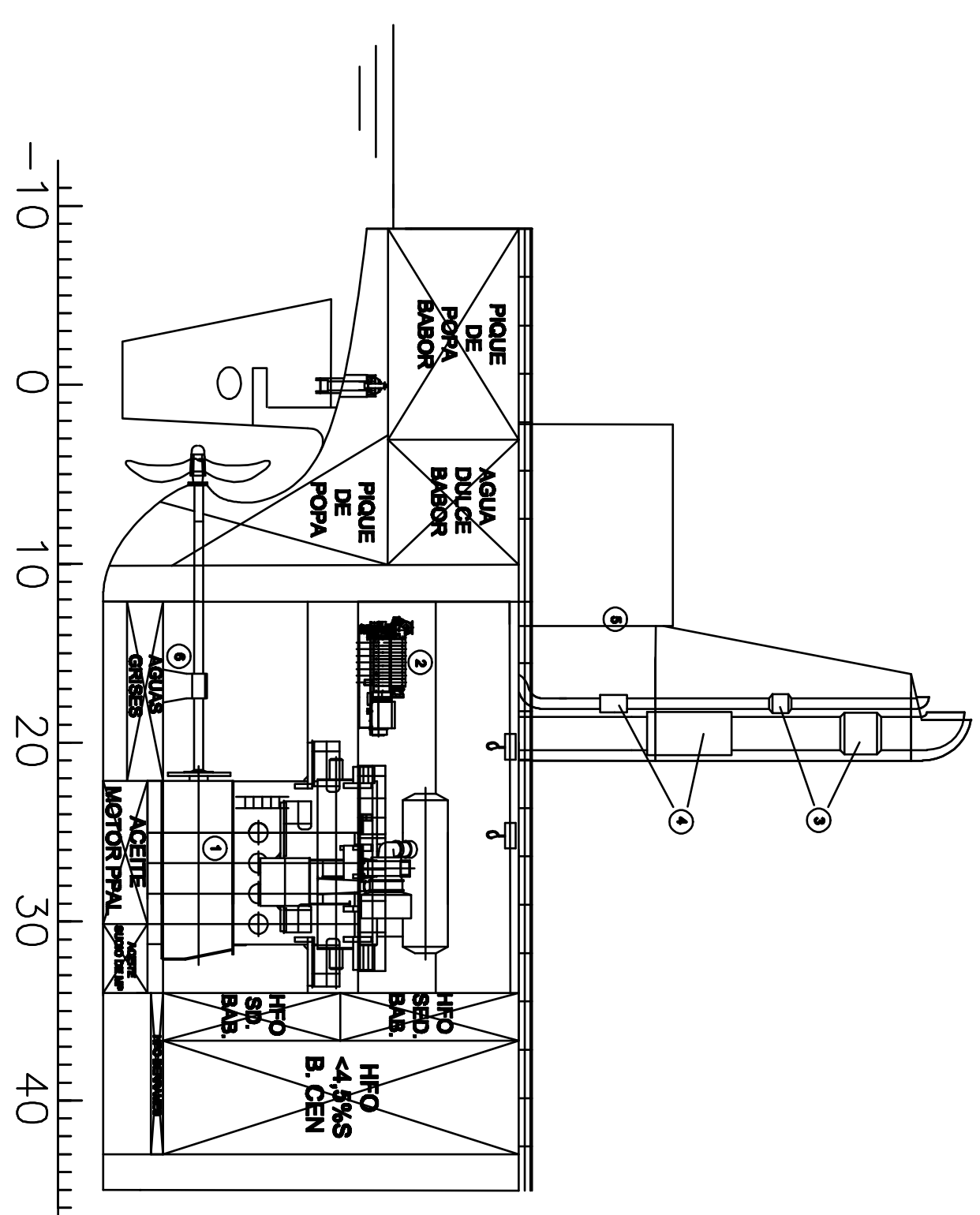
Con la salvedad del sistema de exhaustación del motor principal, que cuenta con la caldera de gases de exhaustación también, cada sistema consta de los siguientes elementos:

- Silenciador.
- Unidad apagachispas.
- Juntas de expansión.
- Arriostramiento de las tuberías (sujeciones de las tuberías).
- Tuberías de exhaustación.

Los elementos antes mencionados (salvo el arriostramiento de las tuberías) provocan una pérdida de presión, pero es inferior al máximo permitido por el fabricante de cada máquina (motores auxiliares, diesel de emergencia, caldera e incinerador).



El sistema de exhaustación está en consonancia con las exigencias de la sociedad de clasificación (Part C, CH 1, Secc. 10).



MARCA	DENOMINACIÓN
1	MOTOR PRINCIPAL
2	MOTOR AUXILIAR
3	SILENCIADORES
4	APAGACHISPAS
5	GUARDACALOR
6	CHUMACERA DE APOYO
7	SERVOTIPIÓN
8	BOTELLAS PRINCIPALES DE AIRE COMPRIMIDO
9	COMPRESORES PRINCIPALES
10	COMPRESOR DE EMERGENCIA
11	CALDERA MIXTA
12	BOMBA DE ALIMENT. DE AGUA A LA CALD. MIXTA
13	SALA DE CONTROL DE CÁMARA DE MÁQUINAS
14	SALA ELÉCTRICA (CUADRO PRINCIPAL)
15	CONDENSADOR ATMOSFÉRICO
16	BOMBA DE EXTRACCIÓN DE CONDENSADO
17	SALA DE SEPARADORAS
18	BOMBAS DE LUBRICANTE DE LOS MOTORES AUXILIARES
19	BOMBAS DE LUBRICANTE DEL MOTOR PRINCIPAL
20	BOMBAS DE COMBUSTIBLE (HFO)
21	BOMBAS DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE
22	BOMBAS DE CIRCULACIÓN DE COMBUSTIBLE
23	BOMBAS DE LASTRE
24	BOMBA ALTERNATIVA DE ACHIQUE
25	BOMBAS DE AGUA DULCE
26	INTERCAMBIADORES
27	GENERADOR DE AGUA DULCE
28	ENFRIADORES CENTRALES
29	BOMBAS DE AGUA FRÍA SANITARIA
30	BOMBAS DE AGUA CALIENTE SANITARIA
31	TANQUE REGULADOR DE AGUA CLIENTE
32	BOMBA CONTRA INCENDIO
33	BOMBAS CONTRA INCENDIO DE EMERGENCIA
34	BOMBAS DE ACHIQUE
35	TOMAS DE AGUA
36	BOMBAS DE AGUA SALADA
37	BOMBAS DEL SEPARADOR DE SENTINAS
38	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
39	SEPARADOR DE SENTINAS

E.T.S.I.N. /PROYECTO FIN DE CARRERA 59	
GRANELERO 50.000 TPM	ESCALA 1/250
JESSICA LIVIANO RODRIGUEZ JESUS RODRIGUEZ MAESTRE	
DISPOSICIÓN GENERAL	

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS NAVALES**



PROYECTO Nº 59

# **GRANELERO 50.000 TPM**

## **CUADERNO 8**

### **EQUIPOS Y SERVICIOS**

**TUTOR:**

**D. SEBASTIÁN JOSÉ ABRIL PÉREZ**

**REALIZADO POR:**

**D. JÉSSICA LIVIANO RODRÍGUEZ  
D. JESÚS RODRÍGUEZ MAESTRE**

## ÍNDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2.- SERVICIOS DE CASCO Y CUBIERTA.....</b>	<b>5</b>
2.1.- Equipo de gobierno.....	5
2.2.- Equipo de fondeo, amarre y remolque.....	5
2.2.1.- Numeral de equipo.....	5
2.2.2.- Ancclas .....	6
2.2.3.- Cadenas para anclas .....	6
2.2.4.-Caja de cadenas.....	6
2.2.5.- Cables y amarras.....	7
2.2.6.- Chigres y molinetes .....	7
2.2.7.- Estopores .....	9
2.2.8.- Gateras .....	9
2.2.9.- Escobenes.....	9
2.3.- Servicio de lastre y sentinas .....	9
2.3.1. Sentinas .....	9
2.3.2.- Lastre .....	14
2.4.-Servicio de baldeo y contra incendios. ....	16
2.4.1.- Bocas contra incendios .....	16
2.4.2.- Colector principal .....	17
2.4.3.- Bombas contra incendios.....	17
2.5.- Sistemas de extinción de incendios .....	19
2.5.1.- Sistema de rociadores automáticos.....	19
2.5.2.- Bomba de carga del tanque de presión de los rociadores.....	20
2.5.3.- Instalación de anhídrido carbónico, ( $CO_2$ ) .....	20
2.5.4.- Extintores portátiles contra incendios .....	21
2.6.- Servicios de elevación, acceso y mantenimiento .....	22
2.6.1.- Equipos exteriores de elevación .....	22
2.6.2.- Equipos de acceso .....	22
2.7.- Sistemas de salvamento.....	23
2.7.1.- Dispositivos individuales.....	23
2.7.2.- Embarcaciones de supervivencia.....	24
2.7.3.- Otros dispositivos .....	24
<b>3.- SERVICIOS DE CARGA .....</b>	<b>25</b>
3.1. Equipo para manejo y acondicionamiento de la carga.....	25

3.2.- Escotillas .....	25
3.3.- Alimentadores de grano .....	26
3.4.- Equipo de ventilación de las bodegas de carga .....	26
<b>4.- SERVICIOS DE HABILITACIÓN.....</b>	<b>27</b>
4.1.- Situación de la habilitación .....	27
4.2.- Cumplimiento de los requisitos de seguridad del SOLAS .....	27
4.3.- Equipo de fonda y hotel .....	27
4.3.1.- Maquinaria frigorífica para la gambuza refrigerada.....	27
4.3.2.- Equipo para cocina y electrodomésticos .....	28
4.3.3.- Equipo de lavandería.....	29
4.3.4.- Paños.....	29
4.3.5.- Protección catódica .....	30
<b>5.- SERVICIO DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES .....</b>	<b>31</b>
5.1.- Equipo de ayuda a la navegación.....	31
5.2.- Equipo de comunicaciones.....	32
5.2.1.- Comunicaciones exteriores .....	32
5.2.2.- Comunicaciones interiores.....	33
5.3.- Equipo de telecontrol y automatización .....	33
<b>6.- SERVICIOS DE ALUMBRADO E ILUMINACIÓN .....</b>	<b>36</b>
6.1.- Alumbrado exterior .....	36
6.1.1.- Luces de navegación.....	36
6.2.1. Exterior de la zona de habilitación .....	37
6.1.2.- Iluminación de la cubierta principal .....	37
6.1.3.- Iluminación de la cubierta de botes y maniobras .....	37
6.2.- Iluminación interior .....	38
<b>Anexo I .....</b>	<b>40</b>
Potencia eléctrica para el alumbrado interior.....	40
CUBIERTA PRINCIPAL .....	40
CUBIERTA A .....	41
CUBIERTA B.....	41
CUBIERTA C.....	42
CUBIERTA D .....	43
CUBIERTA PUENTE.....	43
CÁMARA DE MÁQUINAS.....	44
LOCAL DE SERVO.....	44

## **1.- INTRODUCCIÓN**

En el presente cuaderno se describen los diferentes equipos que forman parte del buque. Algunos de ellos ya han sido tratados en profundidad en el cuaderno correspondiente al diseño de cámara de máquinas, de manera que aquí tan solo se citarán sus características fundamentales.

Este buque está preparado para ser clasificado por la Bureau Veritas, y por tanto en estos aspectos deberá cumplir con lo estipulado en el reglamento de dicha Sociedad. De la misma forma, el buque cumplirá con lo estipulado por la Organización Marítima Internacional a través del convenio de Seguridad de la Vida Humana en la Mar (S.O.L.A.S.) y del M.A.R.P.O.L.

## **2.- SERVICIOS DE CASCO Y CUBIERTA**

### **2.1.- Equipo de gobierno**

El equipo de gobierno consta de un timón tipo Mariner y su servo. Su diseño se estudia en el cuaderno de predicción de potencia y diseño del propulsor y del timón.

Según lo estipulado en las normas de la sociedad de clasificación (Part D, CH 1, Secc. 11), el buque está provisto de un mecanismo de gobierno y otro auxiliar dispuestos de tal forma, que si fallara uno de ellos, el buque no quedaría inoperativo.

El mecanismo de gobierno principal debe ser capaz de mover el timón de 35° en una banda a 30° en la opuesta al calado máximo, con velocidad de servicio en no más de 28 segundos. Por su parte, el auxiliar deberá ser capaz de mover el timón de 15° a una banda a 15° en la opuesta en las mismas condiciones en no más de 60 segundos.

### **2.2.- Equipo de fondeo, amarre y remolque**

#### **2.2.1.- Numeral de equipo**

Los cálculos de los medios de fondeo, amarre y remolque se realizan partiendo del numeral de equipo,  $N_E$ . El numeral de equipo se define en la reglamentación de la BV como:

$$N_E = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2 \times B \times H + 0,1 \times A$$

Siendo:

- $\Delta$ , es el desplazamiento de trazado, en toneladas, en la flotación de verano.
- $B$ , la manga de trazado máxima.
- $A$ , el área longitudinal proyectada en metros cuadrados sobre la flotación de verano.
- $H$ , la altura efectiva en metros, desde la flotación de verano hasta la altura más elevada, medida como sigue:

$$H = a + \sum h_i$$

- $a$ , la distancia en metros desde la flotación de verano en la mitad del buque hasta la cubierta superior en el costado.
- $h_i$ , la altura en metros de cada grupo de casetas con una manga superior a  $B/4$ .



Los valores para el buque proyecto son:

$$\Delta = 60247 \text{ t}$$

$$B = 29,1 \text{ m}$$

$$A = 5173,935 \text{ m}^2$$

$$H = 20,92 \text{ m}$$

Resultando un numeral de equipo:

$$N_A = 3272$$

### 2.2.2.- Anclas

Las anclas que se instalarán serán de tipo Hall, de leva sin cepo. De acuerdo con el numeral de equipo la sociedad de clasificación exige un equipo de fondeo que consta de tres anclas, dos de servicio y una de respeto, con una masa cada una de 9.900 kg .

### 2.2.3.- Cadenas para anclas

Elegimos cadenas de calidad  $Q_1$  (acero dulce) porque, aunque se requieren diámetros de eslabón más grandes, son más económicas que el resto.

Para el numeral del buque proyecto, las cadenas elegidas tienen un diámetro de 100 mm y una longitud de 660 m . Esto equivale a 24 largos de cadena, que se reparten 12 en la de babor y 12 en la de estribor.

Las cadenas tienen una carga de rotura mínima de 3.530 kN y una carga de prueba de tracción de 2.470 kN. El peso de cada largo de cadena, con grillete de unión desmontable es de 5.725 kg .

### 2.2.4.-Caja de cadenas

Se dispondrán dos cajas de cadenas, cada una de ellas para la estiba de la cadena de una banda, situadas en el pique de proa y simétricas respecto a crujía. Las cadenas acceden a estos espacios a través de unas gateras que las dirigen desde la salida de los molinetes hasta la posición en que deben dejarse caer.

El volumen para cada una viene dado por:

$$V = 0,082 \times d^2 \times L \times 10^{-4}$$

Siendo:

- $d$  , el diámetro del redondo de eslabón. 100 mm .
- $L$  , la longitud de la cadena, 330 m .

Se obtiene un volumen de:

$$V = 27,06 \text{ m}^3$$

La caja de cadenas es un paralelepípedo de base rectangular para que apoye en los baos y los longitudinales de dimensiones  $3,45 \times 3,75 \times 2,1$ .

### 2.2.5.- Cables y amarras

El cable de remolque (Part B, CH 10, Secc 4) tiene una longitud de 280 m y su carga de rotura es 1.471 kN.

La sociedad de clasificación exige que el buque proyecto sea dotado de 6 amarras de 200 m cada una, con una carga de rotura de 554 kN, pero se han incluido más a fin de asegurar el buque a puerto en el momento de carga y descarga, para evitar los desperfectos que los golpes de la cuchara pudiera ocasionar en las bodegas.

### 2.2.6.- Chigres y molinetes

#### 2.2.6.1. Molinetes

Se han instalado dos molinetes de carretel partido a proa monoanclas y tres chigres a popa. Además de disponen otros dos chigres más entre las escotillas nº 6 y nº 5, y entre las escotillas nº 3 y nº 2. Los molinetes disponen de barbotenes con su correspondiente freno, y son capaces de llevar el ancla y tres largos de cadena con una velocidad de 9 m/min.

Para el cálculo de la potencia requerida por el molinete se utiliza la fórmula indicada para tal fin en el libro de Eduardo Comas "Equipos y servicios":

$$P = \frac{\left(1 - \frac{\rho_{Mar}}{\rho_{Acero}}\right) \times (P_c + P_a) \times v}{60 \times 75 \times \mu_{Molinete}} \times f$$

Donde:

- $P_c$ , es el peso de tres largos de cadena fuera del agua en kg.
- $P_a$ , el peso del ancla fuera del agua en kg.
- $v$ , la velocidad de izado en m/min.
- $\rho_{Mar} = 1,025 \text{ kg/m}^3$ , la densidad del agua del mar.
- $\rho_{Acero} = 7,82 \text{ kg/m}^3$ , la densidad del acero de la cadena y el ancla.
- $f = 2$ , el coeficiente de rozamiento entre el estopor y el escobén.
- $\mu_{Molinete} = 0,6$ , rendimiento mecánico del molinete.

Resultando una potencia de:

$$P = 108,04 \text{ kW}$$

Con esta potencia, la velocidad requerida para desprender el ancla del fondo se calcula con la expresión:

$$v_1 = \frac{v}{1 + \frac{2 \times P_a}{0,87 \times (P_a + P_c)}}$$

Obteniéndose una velocidad de:

$$v_1 = 4,89 \text{ m/min}$$

La velocidad corta del molinete es la necesaria para llevar el ancla y toda la cadena:

$$v_c = \frac{P \times 75 \times 60 \times \mu_{Molinete}}{f \times \left(1 - \frac{\rho_{Mar}}{\rho_{Acero}}\right) \times (P_c + P_a)}$$

Siendo su valor:

$$v_c = 3,34 \text{ m/min}$$

La potencia requerida para izar el ancla y los 10 largos de cadena a la velocidad corta es de 40,10 KW.

#### 2.2.6.1. Chigres

Las maquinillas trabajan manteniendo en las amarras una tensión prácticamente constante e igual a 20 toneladas a 12 m/min de velocidad. La velocidad de recogida de la amarra cuando esta se encuentre sin tensión será de 30 m/min, pues de esta forma se evitará que cuando haya sido soltada de los norays se enreden en la hélice.

Considerando que el sistema hidráulico tiene un rendimiento de 0,60, y un rendimiento del acoplamiento del 0,9 y un rendimiento del motor eléctrico del 0,9:

$$P_{chigre} = \frac{20tn \times 9,81m/s^2 \times 12m/min}{60 \times 0,6 \times 0,9 \times 0,9} = 80,74 \text{ kW}$$

Las bitas, alavantes, rodillos guía, guiacabos y carreteles, son según las normas del constructor. Su número y disposición es el indicado en la disposición general, con las dimensiones requeridas de acuerdo con el numeral de equipo del buque proyecto.

### 2.2.7.- Estopores

Se instalan dos estopores, cada uno acompañando a un molinete, de tipo de rodillos con tensor, entre cada barbotén y su respectivo escobén para trincar las cadenas.

### 2.2.8.- Gateras

Se instala una para cada una de las cadenas, para permitir el paso de la cadena desde la cubierta.

### 2.2.9.- Escobenes

El buque dispone de dos escobenes, uno a cada banda, de tal manera que el diámetro de éstos es:

$$D = [(100 - d) \times 0,03867 + 7,5] \times d$$

Siendo:

- D, el diámetro de la bocina del escobén, en *mm*.
- d, el diámetro del redondo de eslabón. 100 *mm*.

Por lo que se obtiene un valor de:

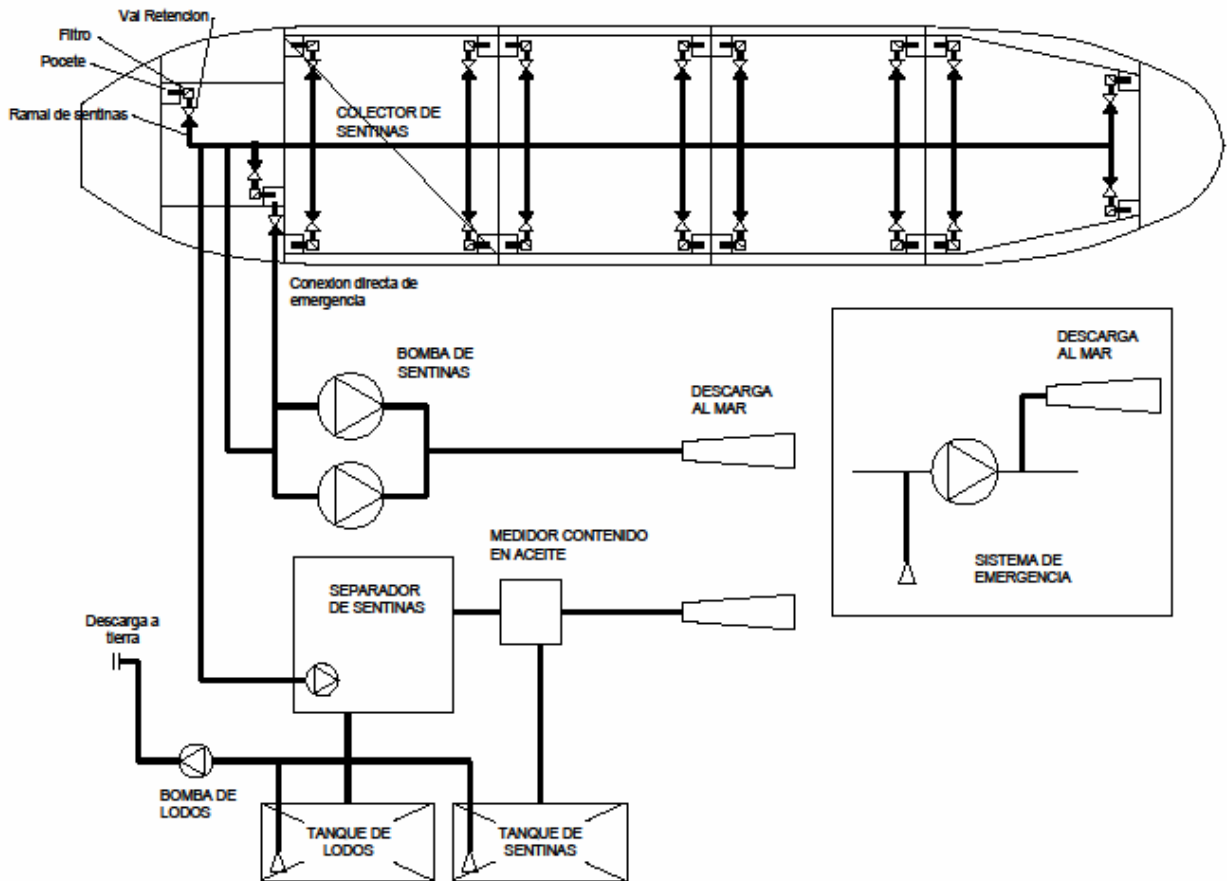
$$D = 750 \text{ mm}$$

## 2.3.- Servicio de lastre y sentinas

### 2.3.1. Sentinas

El sistema de achique de sentinas se puede dividir en varios subsistemas, dependiendo de la zona del buque que se considere.

Seguidamente se muestra (a modo de esquema) el sistema de sentinas:



### 2.3.1.1.- Bodegas

El sistema de la zona de bodegas está compuesto por una serie de pocetes de sentina donde se acumula el agua, de modo que se permita la succión de la misma junto con los lodos por medio de las bombas de achique, para que sean trasladados hasta el colector del túnel de tuberías.

Para achicar el agua que pudiera entrar en el túnel de tuberías, también se ha colocado en su interior aspiraciones, que descargan de la misma forma que los ramales de las bodegas.

En todas las bodegas se colocan dos pozos de sentina que irán situados a popa, uno a babor y otro a estribor, pues este tipo de buques casi siempre tiene mayor calado a popa que a proa.

Los pocetes de sentina están formados por chapas de acero, y su tamaño es tal que su manga y su eslora coinciden con el espaciado entre longitudinales y las claras de cuaderna. En cuanto a la altura de estos pocetes, no es constante sino que el fondo tendrá una inclinación de  $25^\circ$  con respecto a la horizontal, situándose los puntos más alto y más bajo en esquinas opuestas.

Los pozos tienen una capacidad de aproximadamente de  $0,15 \text{ m}^3$ , cumpliéndose con el mínimo exigido por la sociedad de clasificación. Para evitar que la carga entre en los pocetes, se cubren éstos con una rejilla.

El diámetro interior del tubo de la tubería de aspiración de los pocetes, según el reglamento (Part C, CH 1, Secc 6), está dado por la siguiente expresión:

$$d = 2,16 \times \sqrt{L \times (B + D)} + 25 \quad (mm)$$

Siendo:

- $d$ , diámetro interior de la tubería de aspiración de los pocetes ( $m$ ).
- $B$ , manga de trazado del buque ( $m$ ).
- $D$ , puntal de trazado del buque ( $m$ ).
- $L$ , longitud del compartimento en cuestión ( $m$ ).

Todas las bodegas tienen la misma eslora, luego el diámetro es:

$$d = 93,7 \text{ mm}$$

Para las aspiraciones de los tubos encargados de achicar el túnel se ha decidido emplear el mismo diámetro que el de los ramales de bodegas.

El colector principal de achique se encuentra en el túnel de tuberías, a éste confluyen los ramales que se han comentado anteriormente. Se encuentra localizado desde la eslora en que se encuentran los pozos de sentina de la bodega 1 hasta la cámara de máquinas.

El diámetro interior del colector principal de aspiración está dado por la siguiente expresión (Part C, CH 1, Secc 6):

$$d = 1,68 \times \sqrt{L_f \times (B + D)} + 25 \quad (mm)$$

Siendo:

- $d$ , diámetro interior del colector principal de aspiración ( $m$ ).
- $B$ , manga de trazado del buque ( $m$ ).
- $D$ , puntal de trazado del buque ( $m$ ).
- $L$ , eslora de francobordo (195,23  $m$ ).

Resultando:

$$d = 185,2 \text{ mm}$$

#### 2.3.1.2.- Cámara de máquinas

En el espacio de máquinas debe poder efectuarse el achique de sentinas de tres formas diferentes:

- Por un sistema similar al de bodegas.
- Por aspiración directa de las bombas de sentinas.
- Por un sistema de emergencia.

En cámara de máquinas se colocan tres pozos de sentina situados uno a popa, cerca del plano de crujía y los otros dos a proa más pequeños, uno a babor y otro a estribor.

Los pozos de sentinas están contruidos de forma análoga que en las bodegas y en su interior se colocan cajas de fango a las que están conectadas las tuberías.

Para la primera de las formas de achique, existe en cada pozo de sentina una caja de fango, de la cual parte una tubería hasta el colector principal.

Para el cálculo de los ramales hay que tener en cuenta que la eslora de cámara de máquinas vale 18,44 *m* sin el espacio de tanques, luego con las fórmulas obtenidas de la Sociedad de Clasificación,

$$d = 2,16 \times \sqrt{L \times (B + D)} + 25 \quad (mm)$$

Obtenemos el valor del diámetro interior de dichos ramales:

$$d = 88,3 \text{ mm}$$

El colector principal de cámara de máquinas, al que vierten los ramales y el colector del túnel de tuberías tiene el mismo diámetro interior que el diámetro del colector principal del túnel de tuberías.

Para realizar el achique directamente desde las bombas de sentinas, se disponen nuevamente en los pozos de sentina de cajas de fango, desde las cuales parte la tubería hasta el ramal que une las bombas con el colector principal. De la misma forma se duplican las aspiraciones que se encuentran en cofferdams.

Para realizar el achique por el último medio requerido, se instala un ramal de emergencia que va directamente desde uno de los pozos de sentina hasta la bomba de emergencia, en este caso el pozo de babor.

La válvula de aspiración de este sistema tiene un volante colocado a una determinada distancia del plan del suelo para poderse abrir y conectar aunque el espacio de máquina esté parcialmente inundado (hasta la altura del volante).

La descarga el agua achicada de los espacios de máquinas, que está mezclada con combustibles y aceite, se hace pasar por un separador de sentina antes de ser arrojada al mar, evitándose la contaminación. Según el MARPOL (en su anexo I, regla 13), para la descarga de residuos procedentes de las sentinas de máquinas, todos los buques deben llevar una brida universal.

#### 2.3.1.3.- Local del servo

En el local del servomotor, el achique se efectúa por medio de imbornales. Se dispone de cuatro imbornales, de modo que se distribuyen dos a popa y dos a popa (a babor y estribor). De cada imbornal parte una tubería que se une a un colector que descarga el agua al pozo de sentina de popa de cámara de máquinas. La descarga de agua se hace por gravedad.

El diámetro del colector se calcula con la fórmula anterior:

$$d = 66 \text{ mm}$$

#### 2.3.1.4.- Caja de cadenas

El sistema de achique de las cajas de cadenas está compuesto de una bomba eléctrica para fangos autoaspirante.

Para la colocación de la bomba se ha tenido en cuenta que debe estar fuera de la caja de cadenas.

#### 2.3.1.5.- Bombas principales de achique de sentinas

Según el reglamento se debe de instalar, en cámara de máquinas, dos bombas centrífugas de tipo autocebante.

A estas bombas se les exige un caudal importante y normalmente poca presión, por lo que tienen el inconveniente de que cuando la cantidad a achicar es pequeña se desceban. Debido a ello se va montar además de las bombas reglamentarias, una bomba alternativa de poca capacidad que tiene la ventaja de no descebarse, y que se empleará para achicar de la cámara de máquinas las pérdidas de los circuitos interiores y de las bodegas el agua que haya podido entrar del exterior cuando las escotillas estén abiertas.

Según indica la sociedad de clasificación (Part C, CH 1, Secc 6), cada bomba imprime una velocidad al agua en el colector principal ( $d = 185,2 \text{ mm}$ ) de  $2 \text{ m/s}$  y tiene un caudal no inferior al dado por la siguiente expresión:

$$Q = 0,00565 \times d^2 \quad (m^3/h)$$

Resultando:

$$Q = 193,8 \text{ m}^3/h$$

Se estima que la presión que da cada bomba de achique es de 3 bares, su rendimiento mecánico de 0,75 y su rendimiento eléctrico de 0,9. Por lo tanto la potencia eléctrica requerida para cada bomba (centrífuga) de achique es:

$$P = \frac{193,8 \times 3 \times 10^5}{3600 \times 0,75 \times 0,9} = 23,92 \text{ kW}$$

#### 2.3.1.6.- Bomba de achique de emergencia

Esta bomba se utiliza para achicar la cámara de máquinas empleando el sistema de emergencia.

Para este servicio no se instala una nueva bomba, sino que es una de las bombas del sistema de refrigeración principal de agua salada la que se encarga de este servicio.



### 2.3.1.7.- Bomba de achique de la caja de cadenas

Esta bomba se emplea para achicar el agua y los fangos arrastrados por la cadena, aunque parte se halla limpiado por los grifos instalados en el escobén. Su potencia es, con un caudal mínimo de  $15 \text{ m}^3/\text{h}$ , una presión de 1,5 bares, un rendimiento mecánico de 0,40 y un rendimiento eléctrico de 0,8:

$$P = \frac{15 \times 1,5 \times 10^5}{3600 \times 0,40 \times 0,8} = 1,95 \text{ kW}$$

### 2.3.1.8.- Separador de sentinas

La capacidad del sistema de separación/filtración es capaz de vaciar los pocetes de sentinas de máquinas en media hora.

Al haber tres pozos de sentina, cada uno de ellos de  $0,25 \text{ m}^3$ , el valor de la capacidad total es igual a  $0,75 \text{ m}^3$ ; por lo tanto, el caudal del separador de sentinas es de  $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ . En consecuencia se instala un separador centrífugo con capacidad para tratar  $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$  y que está preparado para que el agua de salida tenga un contenido máximo de hidrocarburos de 15 ppm.

Se estima que el consumo de este separador centrífugo será de 3 kW.

### 2.3.1.9.- Bomba del separador de sentinas

Se recomienda que la capacidad de la bomba sea como máximo 1,5 veces que la capacidad de éste, siendo regulada para dar el caudal igual a la capacidad de dicho separador.

Esta bomba con un caudal mínimo de  $2,25 \text{ m}^3/\text{h}$ , una presión de 2,5 bares, un rendimiento mecánico de 0,40 y un rendimiento eléctrico de 0,70, requiere una potencia eléctrica de:

$$P = \frac{2,25 \times 2,5 \times 10^5}{3600 \times 0,40 \times 0,70} = 0,56 \text{ kW}$$

## 2.3.2.- Lastre

Las tuberías que forman la red de servicio de los tanques de lastre de agua se dispondrán de tal forma que todos los tanques puedan ser llenados o achicados, para lo cual será necesario instalar dos sistemas de tuberías independientes, uno para llenar y achicar el tanque de agua de lastre, y otro para dar salida y entrada de aire, y de este modo permitir al agua llenar o vaciar el tanque sin que esté sometido a más presión que la debida al peso de columna de agua.

La tubería de llenado y achique de cada tanque terminará en la parte inferior de este, y lo más a popa posible, ya que normalmente el buque tendrá asiento positivo. Sin embargo, la tubería destinada a dejar pasar aire del interior de los tanques (tubería de aireación y rebose) debe colocarse en la parte superior del tanque en la zona de proa, que es hacia donde fluirá el aire al ser desplazado por el agua.

La red de servicio de los tanques de lastre está diseñada de forma que simultáneamente se pueda achicar cualquier tanque de una banda y llenarse al menos uno de la banda contraria. El sistema consta de dos colectores, uno a babor y otro a estribor, que se unen en la zona de proa. De estos colectores, cuando se encuentran en la zona de popa de un tanque de lastre, se saca un ramal con su correspondiente válvula teledirigida.

Todas las válvulas teledirigidas serán accesibles para poder ser reconocidas o reparadas en cualquier momento, para lo cual se colocarán los colectores y dichas válvulas en el interior del túnel de tuberías.

Desde el punto de vista de las condiciones que deben reunir las bombas del servicio de lastre, son muy similares a las del sistema de achique de sentinas, ya que estas serán autocebadas y necesitarán poca presión diferencial. Debido a esta similitud sería posible emplear las mismas bombas en ambos servicios. Para comprobar esto se va a calcular la capacidad demandada por lastre.

Cabe recordar los volúmenes de lastre que ya fueron dados en el cuaderno 4º:

Tanques de lastre	Capacidad (m³)	0,96% Capacidad (m³)	Capacidad (Tn)
Tanques de lastre	18.753,25	17.995,91	17.556,9
Bodega Central (nº 4)	8.347,48	-	8.347,48
TOTAL	27.093,22	17.995,91	25.904,47

Se observa que el volumen total de lastre es 25904,47 m³.

Gran parte del lastrado de los tanques se realiza por gravedad, es decir se abren las tomas de mar y las válvulas de los circuitos de los tanques a lastrar, originando que la presión estática debida a la diferencia de alturas de la flotación y del agua dentro del tanque impulsen el lastre hacia el interior.

El deslastrado de los tanques se efectúa de forma similar al lastrado. En este caso la diferencia de niveles entre el lastre del tanque y la flotación, es lo que origina la presión estática que impulsa el agua hacia el exterior del buque.

Debido a esto se estima que el volumen real a manejar por medio de las bombas se reduce a unos 13.000 m³.

En el sistema de achique de sentinas, se instaló una bomba alternativa de poca capacidad, que se empleará para el deslastrado final de los tanques. Estimando que dicha bomba se pondrá en funcionamiento cuando el contenido del tanque sea aproximadamente un 5%, se han dimensionado las bombas para una cantidad de lastre de 12.350 m³.

Al emplear las bombas del sistema de sentinas el tiempo deslastrado es el siguiente:

$$V_{\text{Lastre}} = 12350 \text{ m}^3, \quad Q = 193,8 \text{ m}^3/\text{h}, \quad \Rightarrow \quad t = 63,72 \text{ horas}$$

El tiempo de lastrado/deslastrado debe ser igual al tiempo de carga/descarga del buque, que se estima en 24 horas, por lo tanto se instalan tres bombas y una más de respeto con ese caudal, iguales a las de sentinas con un consumo de potencia de 23,92 kW cada una.

#### 2.3.2.1. Bomba de lastre alternativa.

Es la bomba que se comentó en 2.3.1.5, y es la encargada del 5% del lastre sobre el que no actúan las bombas de lastre anteriores. Por lo tanto, el volumen de lastre es  $650 \text{ m}^3$ , y es capaz de lastrarlo/deslastrarlo en 24 horas, por tanto su caudal es:

$$Q = 27,08 \text{ m}^3/\text{h}$$

La potencia eléctrica necesaria para esta bomba es, con una presión de 2,5 bares, un rendimiento mecánico de 0,65 y un rendimiento eléctrico de 0,9:

$$P = \frac{27,08 \times 2,5 \times 10^5}{3600 \times 0,65 \times 0,9} = 3,21 \text{ kW}$$

### **2.4.-Servicio de baldeo y contra incendios.**

Se ha instalado en el buque un servicio de agua salada denominado de contra incendios y baldeo. El servicio de baldeo propiamente dicho es el encargado de suministrar agua para la limpieza de las cubiertas. El servicio contra incendios se instala con objeto de poder combatir el fuego.

Ambos servicios utilizan una red de tuberías, centralizada en un colector que recorre todo el buque, de donde salen ramales a las zonas de habitación, cubiertas, cámara de máquinas, etc. Estos ramales alimentan a bocas convenientemente distribuidas que se podrán utilizar por cualquiera de los dos servicios.

Sin embargo, el servicio contra incendios no sólo dispone del agua proporcionada por esta red para combatir los incendios; dispone de otros agentes e instalaciones válidas para esta tarea. En este buque se dispone además de este servicio de agua, de una instalación de anhídrido carbónico fija, y de unos cuantos extintores convenientemente repartidos.

#### **2.4.1.- Bocas contra incendios**

El número y distribución de las bocas contra incendios es tal que por lo menos dos chorros de agua no procedentes de la misma boca, uno de ellos lanzado por una manguera de una sola pieza, pueden alcanzar cualquier parte del buque normalmente accesible a la tripulación mientras el buque navega, y cualquier punto de cualquier espacio de carga cuando éste se encuentre vacío. Además estas bocas contra incendios están emplazadas cerca de los accesos a los espacios protegidos.

Cuando las dos bombas descarguen simultáneamente por las lanzas de las mangueras, a través de cualquiera de las bocas de contra incendios adyacentes, se mantiene en todas las bocas una presión de  $0,27 \text{ N/mm}^2$ .

### 2.4.2.- Colector principal

El diámetro del colector y de las tuberías contra incendios es suficiente para un caudal de agua de  $140 \text{ m}^3/\text{h}$ . Se considera que la velocidad del agua en su interior es de  $2 \text{ m/s}$  y así, el diámetro resulta de despejarlo de la siguiente expresión:

$$Q = v \times \pi \times \frac{d^2}{4} \text{ m}^3/\text{h}$$

$$d = 0,157 \text{ m}$$

En términos de diámetros comerciales, tanto el colector como las tuberías contra incendios tienen un diámetro de  $160 \text{ mm}$ .

Se instalan válvulas de aislamiento en el colector contra incendios frente a la superestructura de popa, situándolas en un emplazamiento protegido y en la cubierta de bodegas a intervalos de  $40 \text{ m}$  como máximo, para preservar la integridad del sistema del colector en caso de incendio o explosión.

### 2.4.3.- Bombas contra incendios

Según la regla 10 del capítulo II-2 parte C de Solas, para buques de carga de arqueo bruto superior a  $1000$  toneladas, se deben de instalar dos bombas, sin estar contemplada entre ellas la de emergencia.

La capacidad total del sistema de contra incendios, se calcula en función de la capacidad de achique de sentinas del buque en caso de vía de agua en el mismo:

$$Q_{CI} = \frac{4}{3} \times Q_{SENT}$$

No es necesario que en ningún buque de carga la capacidad total exigida de las bombas contra incendios exceda de  $180 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Teniendo en cuenta el número de bombas a disponer en función del tipo y tamaño del buque, se puede calcular la capacidad mínima de cada una de las bombas de contra incendios dividiendo la capacidad total del sistema entre el número de bombas:

$$Q_{BOMBA_{CI}} = \frac{Q_{CI}}{2}$$

En cualquier caso la capacidad de cada una de las bombas cumple con los siguientes criterios:

- Capacidad mínima  $25 \text{ m}^3/h$ .
- Capacidad suficiente para poder suministrar agua al menos a dos bocas de contra incendios simultáneamente.
- La capacidad es mayor de:

$$Q_{BOMBA_{CI}} > 80\% \frac{Q_{CI}}{2}$$

Por lo tanto se obtienen los valores:

$$Q_{CI} = 180 \text{ m}^3/h$$

$$Q_{BOMBA_{CI}} = 90 \text{ m}^3/h$$

Con una presión de 7,5 bares, un rendimiento mecánico de la bomba de 0,65 y un rendimiento eléctrico de 0,9 se obtiene una potencia eléctrica de:

$$P = \frac{90 \times 7,5 \times 10^5}{3600 \times 0,65 \times 0,9} = 32,05 \text{ kW}$$

La capacidad de la bomba de contra incendios de emergencia en el caso de que sea necesario es como mínimo el 40% caudal de contra incendios y nunca menor de  $25 \text{ m}^3/h$ .

$$Q_{BOMBA-EMERGENCIA-CI} = 72 \text{ m}^3/h$$

Con iguales rendimientos y presión que la anterior se obtiene una potencia eléctrica de:

$$P = 26 \text{ kW}$$

Los espesores de las tuberías del sistema de baldeo y contra incendios están en consonancia con las normas de la sociedad de clasificación.

Cabe destacar que se dispone un local de lucha contra incendios desde el cual se pueden realizar las siguientes operaciones:

- Disparo del  $CO_2$  en cámara de máquinas.
- Parada de los ventiladores en acomodación.
- Parada de los ventiladores en cámara de máquinas.

- Parada de las bombas de combustible en cámara de máquinas.
- Accionamiento de las válvulas de cierre rápido en cámara de máquinas.
- Arranque de la bomba de contra incendios de emergencia.
- Paneles de los sistemas de detección de humos en acomodación y de incendios en cámara de máquinas, así como pulsador de alarma de fuego.

## **2.5.- Sistemas de extinción de incendios**

### **2.5.1.- Sistema de rociadores automáticos**

En la zona de habilitación se instala un sistema automático de rociadores, detección de incendios y alarma contra incendios. Dicho sistema es del tipo de tuberías llenas y puede entrar en funcionamiento en cualquier momento sin necesidad de que la tripulación lo ponga en funcionamiento.

Los rociadores están agrupados en secciones separadas, con un máximo de 200 rociadores por sección. Cada sección de rociadores es susceptible de quedar aislada mediante una sola válvula de cierre, que es fácilmente accesible. En la válvula de cada sección y en un puesto central se instala un manómetro que indica la presión en el circuito.

En los espacios de alojamiento y de servicio empiezan a funcionar cuando se alcanza una temperatura comprendida entre 68 y 79 °C; pero en locales tales como los cuartos de secado, en los que cabe esperar una alta temperatura ambiental, los rociadores empiezan a funcionar a una temperatura 30 °C superior a la temperatura máxima prevista para el local en cuestión.

Los rociadores van colocados en la parte superior y espaciados según una disposición apropiada para mantener un régimen medio de aplicación de por lo menos de  $5 \text{ l}/(\text{m}^2 \times \text{min})$  sobre el área nominal de la zona que protegen.

Según el reglamento, se instala un tanque de presión que contiene permanentemente una carga de agua dulce equivalente a la que se descargaría en un minuto. Su volumen es igual al doble de la carga de agua mencionada anteriormente.

La bomba que se encarga de llenar el tanque de presión tiene una capacidad de  $1,5 \text{ m}^3/\text{min}$ , por lo tanto se diseña un tanque que contiene 1500 l, y que tiene una capacidad de  $3 \text{ m}^3$ . El tanque posee un indicador de nivel de vidrio, que sirve para observar el nivel del agua.

### 2.5.2.- Bomba de carga del tanque de presión de los rociadores

Para mantener la descarga continua de agua de los rociadores, se instala una bomba motorizada independiente que comienza a funcionar automáticamente ante un descenso de presión en el sistema, antes de que la carga permanente de agua dulce del tanque se haya agotado completamente.

La bomba y el sistema de tuberías tienen capacidad suficiente para que se asegure un suministro continuo de agua en cantidad suficiente para cubrir un área mínima de  $280 \text{ m}^2$  al régimen de  $5 \text{ l/min}$  para cada metro cuadrado de superficie. En consecuencia la bomba aporta la cantidad de  $1400 \text{ l/min}$  ( $84 \text{ m}^3/\text{h}$ ).

Para homogenizar los repuestos, se ha tomado la decisión de instalar una bomba con un caudal algo superior, para ser igual que las bombas contra incendios del colector principal (bomba centrífuga), por lo tanto:

$$P = \frac{90 \times 7,5}{3600 \times 0,65 \times 0,9} = 32,05 \text{ kW}$$

### 2.5.3.- Instalación de anhídrido carbónico, ( $\text{CO}_2$ )

Para los espacios de carga y cámara de máquinas se ha tomado la decisión de proveerlos con un sistema de anhídrido carbónico (como sistema fijo de extinción).

Como este sistema se va emplear para más de un espacio, se toma el dato correspondiente al espacio que requiere la mayor cantidad de  $\text{CO}_2$ :

- 1) Para espacios de carga: la cantidad disponible de anhídrido carbónico deberá ser suficiente para liberar un volumen mínimo de gas igual al 30 % del volumen bruto del mayor espacio de carga así protegidos:

$$V_{\text{BODEGA}} = 8633,16 \text{ m}^3$$

$$30\% V_{\text{BODEGA}} = 2589,95 \text{ m}^3$$

- 2) Para los espacios de máquinas: la cantidad disponible de anhídrido carbónico es suficiente para liberar un volumen mínimo de gas, igual al mayor de los siguientes volúmenes:

1. El 40% del volumen bruto del mayor espacio de máquinas así protegido, excluido el volumen de la parte del guardacalor que quede encima del nivel en que el área horizontal del guardacalor sea igual o inferior al 40% del área horizontal del espacio considerado, medida a la distancia media entre la parte superior del tanque y la parte más baja del guardacalor.

2. El 35% del volumen bruto del mayor espacio de máquinas así protegido, comprendido el guardacalor.

$$35\% V_{CM} = 3590,21 \text{ m}^3$$

Teniendo en cuenta los valores anteriores, el volumen a tener en cuenta para el cálculo del sistema de  $CO_2$  es:

$$V_{CO_2} = 3590,21 \text{ m}^3$$

Según la sociedad de clasificación, el volumen libre de  $CO_2$  se calcula a razón de  $0,56 \text{ Kg/m}^3$  y 45 Kg por botella, por lo tanto la cantidad de  $CO_2$  a transportar es:

$$m_{CO_2} = N^{\circ} \text{ Botellas} = 45$$

Como las botellas se almacenan en grupo de doce, redondeando al alza, se tienen 48 botellas.

Las botellas se almacenan en un compartimento independiente, cuyos mamparos y cubiertas que constituyen los límites del local serán herméticos. Al local de  $CO_2$  se entrará desde la cubierta superior y de forma que la puerta de acceso se abra hacia fuera.

La disposición del sistema de tuberías de anhídrido carbónico y el emplazamiento de las boquillas de descarga son tales para que se logre una distribución uniforme del agente extintor.

El sistema de tuberías fijo es tal que en no más de dos minutos pueda descargar el 85% del gas dentro del espacio considerado. La tubería de descarga de  $CO_2$  a la cámara de máquinas se conecta a tres tubos de distribución en anillo. Se prevén salidas situadas en el interior de la cámara de purificadoras, y salidas próximas al quemador de la caldera, calentador de fuel oil del motor principal y tanques de servicio de combustible.

Se proveen los medios necesarios para que una señal acústica automática indique la descarga de  $CO_2$ . La alarma sonará durante un tiempo suficiente antes que se produzca la descarga del agente extintor.

Se instalan los medios necesarios para que una vez que se está expulsando el gas, se cierren todas las aberturas por las que pueda penetrar aire o por la que pueda escapar el gas, parándose también los ventiladores de cámara de máquina.

#### **2.5.4.- Extintores portátiles contra incendios**

Los espacios de alojamiento y de servicio y los puestos de control están provistos de extintores portátiles, de tipo apropiado y en número suficiente. Estos extintores están señalizados en los planos de lucha contra incendios que están repartidos por todo el buque.



La capacidad de los extintores portátiles de carga líquida no excede de 13,5 litros ni es inferior a 9 litros.

## **2.6.- Servicios de elevación, acceso y mantenimiento**

### **2.6.1.- Equipos exteriores de elevación**

Para el manejo de provisiones y otros servicios, se han instalado dos brazos abatibles, uno a cada banda, con capacidad para 5 toneladas (cada grúa) que permita sobresalir 4 m de la semimanga máxima del buque.

Los movimientos horizontales y verticales se llevan a cabo eléctricamente manejado con un mando. Su velocidad de izado es de 10 m/min y la potencia necesaria para mover cada uno:

$$P = \frac{C \times v \times g}{\eta_m \times \eta_e} \text{ (kW)}$$

Resultando:

$$P = 11,35 \text{ kW}$$

Siendo:

- C, la capacidad (5 Ton).
- v, la velocidad de izado (10 m/min ).
- g, la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup> ).
- $\eta_m$ , el rendimiento mecánico (0,8).
- $\eta_e$ , el rendimiento eléctrico (0,9).

### **2.6.2.- Equipos de acceso**

#### *2.6.2.1. Escala real*

Se colocar dos escalas reales de dos tramos de aproximadamente 12 m de longitud, una a cada banda del buque, las cuales van estibadas sobre la cubierta. Los peldaños son fijos, antideslizantes y curvos de manera que se pueda utilizar la escala con una inclinación entre 30° y 60° con la horizontal.

Se instalan dos chigres, uno a cada banda, para maniobra de las escalas reales, con una potencia eléctrica de 2 kW. El accionamiento de estos chigres es por motor eléctrico fijo y la estiba es automática.

#### *2.6.2.2. Escala del práctico*

Se disponen dos escalas de práctico, de una longitud de aproximadamente 12 m, suficiente para que se alcance desde la cubierta principal hasta la línea de flotación en lastre. El costado está provisto de barandillo fijo y un paso con cadena a cada banda.

### 2.6.2.3. Chigre para embarcaciones de supervivencia

Se instala un chigre accionado por motor eléctrico para el izado de la embarcación de salvamento. El cálculo de la potencia a instalar se realiza suponiendo un peso de cada una de las embarcaciones de 2500 kg , un peso por persona de 100 kg y un 20 % de margen por víveres, salvavidas y demás instrumentos. La fuerza de tracción es:

$$(2500+28 \times 100) \times 1.2 = 6360 \text{ kg}$$

Considerando una velocidad de izado de 8 m/min y un rendimiento mecánico de 0.6, la potencia del motor a instalar es:

$$Potencia = \frac{6360 \times 10 \times 8}{60 \times 0,6} = 14,1 \text{ kW}$$

La potencia absorbida por el motor es, estimando un rendimiento del mismo de 0,9:

$$P = 15,7 \text{ kW}$$

### 2.6.2.4. Ascensor

Se instalan dos ascensores de 450 Kg (6 personas) a 0,6 m/s de velocidad y con un consumo de 2kW cada uno de ellos. Efectúa varias paradas en la zona de habilitación en todas las cubiertas.

### 2.6.2.5. Montacargas

También se ha instalado un montacargas de 50 Kg para servicio entre gambuzas y cocina, con un consumo de 0,5 kW.

## **2.7.- Sistemas de salvamento**

De acuerdo con el capítulo III del SOLAS, se instalan en el buque proyecto los siguientes dispositivos y medios de salvamento:

### **2.7.1.- Dispositivos individuales**

- Aros salvavidas (Regla 32). Se disponen 12 aros salvavidas y van repartidos a cada banda, situados de tal manera que se facilita su disponibilidad, y situado uno de ellos cerca de proa.
- Chalecos salvavidas (Regla 7.2). Se disponen 34 chalecos salvavidas, para el 120% de la tripulación. Cada tripulante tiene uno en su camarote y los restantes van estibados en una caja metálica cerca de los botes.

- Trajes de inmersión (Regla 7.3). Se disponen 6 más 3 en el bote de rescate. Para todas las personas embarcadas a bordo y que no dispongan de traje de inmersión, se disponen ayudas térmicas en todas las embarcaciones de supervivencia.

### **2.7.2.- Embarcaciones de supervivencia**

- Un bote salvavidas cubierto, de caída libre, dispuesto en la popa del buque, con capacidad para la totalidad del número de personas que vayan a bordo (28 personas).
- Dos balsas salvavidas autoinflables con capacidad para 14 personas, dispuestas en la zona de popa del buque, una a cada banda.
- Una balsa salvavidas autoinflable con capacidad para 6 personas, situada a proa.
- Un bote de rescate rígido capaz de llevar a cinco personas sentadas y una más en camilla.

### **2.7.3.- Otros dispositivos**

- Tres aparatos radiotelefónicos bidireccionales de ondas métricas y uno más en una de las embarcaciones de supervivencia.
- Dos respondedores de radar, uno a cada banda.
- Doce cohetes lanzabengalas con paracaídas estibados en las proximidades del puente de navegación.
- Un sistema de emergencia constituido por equipo fijo o portátil, o por ambos, para comunicaciones bidireccionales entre puestos de control de emergencia, puestos de reunión y de embarco y puntos estratégicos a bordo.
- Un sistema de alarma general de emergencia, con un sistema megafónico.

### **3.- SERVICIOS DE CARGA**

#### **3.1. Equipo para manejo y acondicionamiento de la carga**

El buque no dispondrá de medios propios para el manejo de carga.

Para la limpieza de las bodegas se instalarán 14 máquinas abatibles (dos por bodega), aproximadamente 75 m<sup>3</sup>/h cada una y 2 KW cada una y un alcance de 30 m. Irán instaladas en nichos sobre cubierta, situadas diametralmente opuestas entre brazolas. El agua de accionamiento será suministrado por las bombas de baldeo y contra incendio.

#### **3.2.- Escotillas**

Cada bodega dispone de una escotilla de carga por la cubierta superior. Sus dimensiones están especificadas en el cuaderno n°4 "Disposición General (DG)".

Las tapas de escotillas están formadas por dos pares de paneles, estibándose dos a proa y dos a popa. Son de acero, de sistemas estancos y accionados por procedimiento hidráulico mediante cilindros exteriores.

El trincado y destrincado de las tapas se realiza hidráulicamente de forma automática mediante cilindros y barras de transmisión.

Las tapas tipo "Folding" requieren una reducida zona de estiba, realizándose la maniobra a distancia desde puestos de mando, situados en las brazolas de escotillas, con disposición de seguridades y enclavamientos que impiden falsas maniobras y facilitan la operación con poco personal.

Sobre las brazolas de las escotillas de las bodegas de carga, se disponen los cierres correspondientes. Estos cierres son estancos al agua, para lo cual se han utilizado juntas de goma que se colocan en todo el contorno de las escotillas y en las juntas entre los paneles. Los cierres van trincados en todo su contorno por medio de trincas de acero, de accionamiento manual.

Las tapas de escotilla se maniobran mediante una central hidráulica que está compuesta por dos electrobombas, una de ellas de reserva, de 20 KW de potencia y un depósito de aceite. Dicho depósito de aceite se sitúa en el local del aire acondicionado y la maquinaria frigorífica.

El movimiento de las tapas de escotilla se realiza por medio de un motor hidráulico por panel, a través de los piñones y cremalleras. La velocidad de apertura de cada panel es de aproximadamente 5 m/min .

En una situación próxima a cada escotilla, hay un mando para maniobrar sobre ella.

Para poder efectuar la limpieza de las bodegas, de una manera segura, mientras se está navegando, se disponen medios que mantengan las tapas abiertas, de forma que se puedan soportar escoras considerables del buque con las tapas sin cerrarse.

### **3.3.- Alimentadores de grano**

No se utilizan estos dispositivos, debido a que las escotillas tienen mucha manga y el porcentaje de pérdida de volumen debido al talud de grano respecto al disponible es muy bajo.

Son dispositivos que se usan en cementeros de 6000 TPM, debido a que el porcentaje en ellos de volumen desocupado por el talud del grano es considerable.

Aún así, se pueden introducir mangueras por el registro de hombre de bodega y hacer una descarga por gravedad, o una aspiración para retirada de atmósferas.

### **3.4.- Equipo de ventilación de las bodegas de carga**

Los espacios de las bodegas de carga tienen únicamente ventilación natural, proporcionada por manguerotes de tipo normalizado, distribuyéndose a razón de dos conductos de 800 *mm* de diámetro por bodega. Los conductos están situados en los espacios que hay entre dos escotillas consecutivas.

Los manguerotes o sus conductos/soportes tienen cierre contra incendios. Estos cierres son de acero laminado.

No se han montado conductos de ventilación en el interior de las bodegas de carga

## **4.- SERVICIOS DE HABILITACIÓN**

En este apartado se comenta el equipo de fonda y hotel, el equipo de acondicionamiento de aire y los servicios sanitarios de agua dulce (fría y caliente).

### **4.1.- Situación de la habitación**

La superestructura del buque se encuentra a popa de la zona de carga y consta de 5 plantas y el puente. La distribución de los espacios se realiza en el cuaderno 4 Disposición General, y se puede ver en el plano de dicho cuaderno.

### **4.2.- Cumplimiento de los requisitos de seguridad del SOLAS**

En cumplimiento con el capítulo II del SOLAS en lo referente a habitación se utilizan los siguientes materiales en los mamparos de la estructura:

- Los cerramientos exteriores de las superestructuras que contienen espacios de alojamiento, llevan aislamiento ajustado a la norma A-60 en las partes que den a la zona de carga y en las partes laterales hasta una distancia de 3 m del cerramiento que dé a dicha zona. Debido a esto se han montado mamparos de acero que cumplan la norma A-60 en todo el cerramiento de la superestructura.
- Se utiliza acero que cumpla la norma A-60 en la cubierta de la primera planta puesto que está en contacto con la cámara de máquinas.
- En las demás cubiertas se utiliza acero que cumpla la norma A-0.
- Los mamparos de división de zonas que están en contacto con los espacios de servicio, pasillos y escaleras son de tipo A-0.
- Los demás mamparos deben cumplir la norma C.

### **4.3.- Equipo de fonda y hotel**

El equipo de fonda y hotel está compuesto por la instalación frigorífica, frigoríficos independientes, electrodomésticos del equipo de cocina y del servicio de lavandería, aparatos de sonido e imagen, fuentes frías para el consumo de agua, las máquinas de autoservicio y relojes de algunos locales.

#### **4.3.1.- Maquinaria frigorífica para la gambuza refrigerada**

Se ha instalado una planta completa frigorífica para la gambuza refrigerada. La planta incluye un equipo frigorífico del tipo de expansión directa R134a con difusores de aire frío montados en el interior de las cámaras.

Las temperaturas que se deben mantener en el interior de las cámaras y las capacidades aproximadas son las siguientes:

Cámara	Temperatura (°C)	Capacidad (m³)
Cámara de carnes	-18	10
Cámara de pescados	-18	6
Cámara de verduras	4	5

El equipo frigorífico incluye tres grupos de condensador y compresor, con sus correspondientes accesorios, actuando uno como reserva del otro. Cada grupo es capaz de mantener las temperaturas especificadas trabajando 18 horas diarias como máximo, con agua de mar a 32 °C de temperatura y con una temperatura ambiente de 40 °C. Cada grupo consume una potencia eléctrica de 10 kW.

En la gambuza frigorífica se ha montado un interruptor o pulsador luminoso estanco que acciona una alarma óptica y acústica colocada en la cocina. El sistema se alimenta del cuadro de emergencia.

#### 4.3.1.1. Frigoríficos

Se instalan los siguientes frigoríficos, de 2,7 kW cada uno:

- Dos de unos 250 I de capacidad para los oficinas de Oficiales y Tripulación.
- Uno de unos 1000 I de capacidad para la cocina.
- Dos de 80 I de capacidad para los camarotes del Capitán y del Jefe de Máquinas.

#### 4.3.1.2. Fuentes frías

Se instalan cuatro fuentes frías de aproximadamente 20 ℓ/h de capacidad y con un consumo total de 7,8 kW, en los lugares que a continuación se especifican:

- Una en el puente de gobierno.
- Una en la cubierta "A".
- Una en la cubierta "B".
- Una en la Cámara de Máquinas.

#### 4.3.2.- Equipo para cocina y electrodomésticos

Se ha instalado el siguiente equipo de cocina, con un consumo total de 45,4 kW:

- Una cocina eléctrica de aproximadamente 20 kW, con dos hornos.
- Un horno para pan, de 5 kW.
- Una peladora eléctrica de patatas, de 6 Kg de capacidad , con un consumo estimado de 0,5 kW.

- Una amasadora de 20 I con sus accesorios, con un consumo estimado de 1 kW.
- Dos parrillas eléctricas, de aproximadamente 3 kW.
- Una marmita eléctrica para agua caliente de 14 I de capacidad , con un consumo estimado de 12 kW.
- Dos freidoras eléctricas de aproximadamente 15 I cada una.
- Un lavavajillas.
- Un lavaplatos/lavavasos en los oficios.
- Una cortadora de fiambres eléctrica.
- Una cafetera eléctrica.
- Un molinillo eléctrico industrial para café.
- Un horno microondas en el oficio de oficiales y otro en el de tripulación.
- Un termo de leche.

#### **4.3.3.- Equipo de lavandería**

Se ha instalado el siguiente equipo de lavandería, con un consumo de 15,7 kW:

- Una lavadora industrial, con capacidad de 12 Kg de ropa seca.
- Dos máquinas lavadoras, centrífugas y automáticas, con capacidad para aproximadamente 7 Kg de ropa sea cada una.
- Una máquina lavadora con capacidad de 5 Kg de ropa.
- Dos secadoras de 6/8 Kg , y una secadora industrial de 10 Kg.
- Una planchadora.
- Un hidroextractor de aproximadamente 8 Kg de capacidad.

#### **4.3.4.- Pañoles**

Se disponen los necesarios pañoles de máquinas, estachas y cables, contraestre, luces, pintura, etc. Los mamparos divisionales de estos pañoles son metálicos.

Se equipan con fuertes baldas, cajones y taquillas o colgadores en zonas de trabajo para ropa de todo el personal.



**4.3.5.- Protección catódica**

En la zona de codaste y timón, cerca de la hélice, se han instalado ánodos de sacrificio para protección catódica. Los ánodos son de aluminio, dispuestos para 2,5 años. Se han montado también ánodos de protección catódica dentro de las cajas de mar.

## **5.- SERVICIO DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES**

El capítulo V del SOLAS es el que se encarga de regular la seguridad en la navegación, describiendo el equipo necesario.

### **5.1.- Equipo de ayuda a la navegación**

El sistema de navegación instalado en el puente de gobierno integra los siguientes componentes:

- Dos equipos de radar cuyas unidades de presentación están colocadas en el puente de gobierno. Se ha instalado un sistema anticolidión (ARPA), conectado al radar. Cada equipo trabaja en una banda, cubriendo las bandas S y X.
- Autopiloto adaptativo para control de rumbo.
- Corredera de tipo magnético.
- Equipo ecosonda con capacidad de indicar profundidades de hasta 500 *m* como mínimo.
- Sistema de planificación de derrota.

Así mismo se han dispuesto los siguientes equipos:

- Compás magnético instalado en el techo del puente de tipo líquido con dispositivo de reflexión.
- Girocompás con repetidores en los alerones del puente, cuarto de derrota y camarote del capitán.
- Mesa de cartas.
- Sensor de viento.
- Receptor GPS.
- Radiogoniómetro de tipo marino.
- Campanas de alarma de acuerdo con la reglamentación del SOLAS.
- Un sextante.
- Un cronómetro y un megáfono.
- Un gong y una bocina de niebla.

- Un barómetro y un barógrafo.
- Dos termómetros para medir la temperatura del aire exterior y la temperatura del mar.
- Un psicrómetro.

## **5.2.- Equipo de comunicaciones**

El capítulo IV del SOLAS especifica el equipo necesario para las radiocomunicaciones de un buque.

### **5.2.1.- Comunicaciones exteriores**

El buque proyecto en particular lleva instalado lo siguiente:

- Una instalación radioeléctrica de ondas métricas que puede transmitir y recibir mediante LSD (frecuencia 156,525 MHz. – canal 70) y mediante radiotelefonía (156,3 MHz, 156,65 MHz y 156,8 MHz – canales 6, 13 y 16 respectivamente). En combinación con ella, se tiene otra que mantenga escucha continua de LSD en el canal 70.
- Un respondedor de radar que funciona en la banda de 9 GHz, el cual, a su vez es el prescrito para la embarcación de supervivencia.
- Un receptor para las transmisiones del servicio NAVTEX internacional, que es una coordinación de transmisión y recepción automática en 518 kHz de información sobre seguridad marítima mediante telegrafía de impresión directa de banda estrecha utilizando el idioma inglés.
- Una radiobaliza (de localización de siniestros por satélite) EPIRB de 406 MHz o de 1,6 GHz si sólo se navega dentro de las áreas de cobertura de los satélites Inmarsat.
- Un equipo que permite mantener un servicio de escucha de LSD (llamada selectiva digital) en las frecuencias de 2187,5 KHz, 8414,5 KHz y por lo menos en una de las frecuencias de socorro y seguridad de LSD de 4207,5 KHz, 6312 KHz, 12577 KHz ó 16804,5 KHz; pudiendo elegir en cualquier momento cualquiera de ellas.
- Medios para iniciar la transmisión de alertas de socorro buques costera mediante un servicio de radiocomunicaciones que no sea el de ondas decamétricas y que trabaja a través del sistema de satélites de órbita polar de 406 MHz. y del servicio de satélites geoestacionarios de Inmarsat.
- Un receptor Inmarsat con EGC (llamada de grupo mejorada), con la posibilidad de recibir mensajes de seguridad marítima en las zonas

sin cobertura NAVTEX, si el buque se encuentra navegando en zonas con cobertura de los satélites de Inmarsat (C).

Además la reglamentación exige la instalación de sistemas de comunicaciones para botes salvavidas, por lo que también se disponen los siguientes elementos:

- Radioteléfonos para embarcaciones de supervivencia.
- Estacones de radio para el bote salvavidas.

### **5.2.2.- Comunicaciones interiores**

El equipo de comunicaciones interiores está formado por lo siguiente:

- Un telégrafo de órdenes en puente y cámara de máquinas.
- Un sistema de interfonos de cubierta con unidades en el puente y las zonas de fondeo y amarre de proa y de popa.
- Un sistema de órdenes y avisos generales con altavoces en las zonas de paso, habilitación, cubierta y cámara de máquinas.
- Un sistema de teléfonos automáticos.
- Teléfonos autogenerador (comunicaciones entre puente de gobierno, cámara de máquinas, despacho del capitán, local del servo, central eléctrica de socorro y camarote del jefe de máquinas).
- Tres equipos de comunicaciones UHF tipo “walkie talkie”.

Se considera que el consumo de los equipos de navegación y comunicaciones es de 40 kW.

### **5.3.- Equipo de telecontrol y automatización**

El buque proyecto dispone de un sistema de vigilancia y control adecuado para mantener la cámara de máquinas periódicamente desatendida durante una navegación normal, de acuerdo con los requerimientos de la sociedad de clasificación.

Se dispone de una cabina de control de la cámara de máquinas, y dentro de ésta se montan el cuadro eléctrico principal y una consola de control que incluye los equipos siguientes:

- Panel o pupitre para el control remoto del propulsor y sistema de transferencia del control de la cámara de máquinas al puente de gobierno y viceversa.

- Indicadores analógicos continuos o bajo demanda para los parámetros más importantes.
- Sistema de alarma centralizado para un total de puntos suficientes.

Se han instalado los siguientes controles independientes para la planta propulsora principal:

- Control automático de la temperatura del agua dulce de refrigeración de cilindros del motor principal.
- Control automático de la temperatura del aceite de lubricación del eje de levas del motor principal.
- Control automático de la viscosidad del combustible del motor principal.
- Control automático de la temperatura del aceite de lubricación de los motores auxiliares.
- Control automático de la temperatura de agua dulce de refrigeración de los motores auxiliares.
- Control automático de temperatura para los calentadores de las purificadoras de fuel oil y aceite de lubricación.
- Eliminación de lodos automático de purificadores de fuel oil y aceite del motor principal.
- Control automático de los filtros de fuel oil y aceite del motor principal.
- Control automático del agua de alimentación de la caldera.
- Control automático de la descarga del exceso de vapor.
- Control automático de temperaturas del calentador de agua dulce.
- Arranque automático de las bombas se reserva para los servicios esenciales para la propulsión.
- Arranque y parada automática de los compresores principales de aire del compresor de relleno.
- Arranque automático y acoplamiento al cuadro principal del diesel generador seleccionado de reserva en caso de Black-out y arranque secuencial de las bombas de los servicios esenciales para la propulsión.

- Sistema de prelubricación automática de los diesel generadores principales.
- Arranque automático y acoplamiento al cuadro de emergencia del grupo de emergencia.
- Sistema de detección de niebla de aceite en el cárter del motor principal.
- Relleno automático del tanque de sedimentación de fuel oil.
- Control remoto del motor principal desde el puente de gobierno con sistema de transferencia de control, sistema de llamada a maquinistas y extensión del sistema de alarmas o indicadores, según lo requerido por la sociedad de clasificación.
- Unidad de secado y filtrado, de tipo químico, para aire de control e instrumentación de aproximadamente  $150 \text{ m}^3/\text{h}$ .
- Pupitre de control para mando remoto y señalización hidráulica de las válvulas de lastre y sentinas situadas en el interior de los túneles de doble fondo de la zona de bodegas. Se sitúa en la cabina de control de la cámara de máquinas.
- Tres columnas de señalización de alarmas en la cámara de máquinas, una en el local del servomotor y una en la cabina de control de la cámara de máquinas, con alarma acústica e indicación visual.

Se considera que el consumo de los equipos de control es de 3 kW.

## **6.- SERVICIOS DE ALUMBRADO E ILUMINACIÓN**

Todos los servicios de alumbrado e iluminación, desde el punto eléctrico cumplen con las exigencias de la sociedad de clasificación (Part C, CH 2, Secc. 3).

### **6.1.- Alumbrado exterior**

#### **6.1.1.- Luces de navegación**

Las luces de navegación requeridas para los buques se recogen en el Convenio Internacional para la prevención de abordajes (parte C):

- Dos luces de tope, que muestra su luz sin interrupción en todo un arco del horizonte de 225 grados, fijada de forma que sea visible desde la proa hasta 22,5 grados a popa del través de cada costado del buque. Una de estas luces está situada en el mástil de proa, y otra en el eje longitudinal del buque, sobre el puente de navegación.
- Una luz verde de costado a estribor, que muestra su luz sin interrupción en todo un arco del horizonte de 112,5 grados, fijados de forma que sean visibles desde la proa hasta 22,5 grados a popa del través de su costado (estribor). Está situada en el alerón de estribor de la superestructura.
- Una luz roja de costado a babor, que muestra su luz sin interrupción en todo un arco del horizonte de 112,5 grados, fijados de forma que sean visibles desde la proa hasta 22,5 grados a popa del través de su costado (babor) . Está situada en el alerón de babor de la superestructura.
- Una luz blanca de alcance, que muestra su luz sin interrupción en todo un arco del horizonte de 135 grados, fijada de forma que sea visible en un arco de 67,5 grados, contados a partir de la popa hacia cada una de las bandas del buque. Está situada en el eje longitudinal del buque, sobre la popa del guardacalor.
- Una luz amarilla de remolque, de las mismas características que la luz de alcance.
- Una luz roja todo horizonte, visible sin interrupción en un arco de horizonte de 360°. Está situada sobre la superestructura (para cuando el buque está fondeado).
- Una luz roja centelleante, visible en cualquier dirección (360°), con una frecuencia de unos 120 destellos por minuto, situada sobre la superestructura (situaciones de maniobra).

Como resumen de las luces de navegación se muestra la Figura siguiente:

Denominación	Cantidad	Ángulo de apertura (°)	Alcance (millas)	Intensidad lumínica (Cd)	Potencia (W)
<b>Luz de tope</b>	2	225°	6	65	85
<b>Luces de costado</b>	2	112,5°	3	35	55
<b>Luz de alcance</b>	1	135°	3	35	55
<b>Luz de remolque</b>	1	135°	3	35	55
<b>Luz todo horizonte</b>	1	360°	3	35	55
<b>Luz centelleante</b>	1	360°	3	35	55

Se estima el consumo de estas luces de navegación en 15 kW.

### 6.2.1. Exterior de la zona de habitación

Los pasillos exteriores se iluminarán con luces halógenas de 60 W que se controlarán mediante un interruptor en el puente.

Colocaremos también dos focos de 400 W cada uno, uno en cada banda, para iluminar las escaleras de acomodación.

### 6.1.2.- Iluminación de la cubierta principal

La cubierta necesita de iluminación para la zona de carga, y las zonas donde se llevan a cabo las labores de fondeo, amarre y remolque. Para ello se dispondrá iluminación en las siguientes zonas:

- En proa en la zona de amarre y fondeo. Dos focos de 400 W cada uno.
- A lo largo de la zona de carga, se dispondrán 7 focos de 400 W a cada banda (entre dos escotillas consecutivas, antes de la escotilla 7 y después de la escotilla 1; a cada banda).
- A proa de la superestructura de habitación dos focos de 700 W para los manifolds (para la carga de combustible del buque).
- En proa en la zona de amarre y remolque. Dos focos de 400 W cada uno.

### 6.1.3.- Iluminación de la cubierta de botes y maniobras

En la zona de popa, está situado el bote salvavidas de caída libre, el de rescate y dos balsas. Para iluminar esta zona se instalan dos focos por cada uno de ellos de 60 W para el caso de la balsa (6 en total) y de 300 W para los botes (4 en total). Con esto queda totalmente iluminada la zona de popa.

En la zona de proa está situada otra balsa de salvamento que requeriría dos focos más de 60 W, pero como para las maniobras de proa se sitúan dos focos de 400 W, no son necesarios los de 60 W.



## **6.2.- Iluminación interior**

El alumbrado interior comprende los equipos de iluminación de la habitación, puente y cámara de máquinas. Está compuesto por lámparas fluorescentes de encendido rápido en todos los locales excepto en las gambuzas refrigeradas, donde, debido a la variación del flujo con la temperatura en este tipo de lámparas, se ha optado por la instalación de lámparas incandescentes.

El buque se divide en zonas y se estima el flujo luminoso en cada zona, y la potencia eléctrica necesaria (Anexo), resultando una potencia de consumo total de:

$$P = 44,51 \text{ KW}$$

<b>Zona</b>	<b>Consumo (W)</b>
<b>Cubierta A</b>	5840
<b>Cubierta B</b>	6840
<b>Cubierta C</b>	6040
<b>Cubierta D</b>	5120
<b>Cubierta E</b>	6988
<b>Cubierta F (Puente)</b>	2560
<b>Cámara de máquinas</b>	9520
<b>Local del servo</b>	1600
<b><u>TOTAL</u></b>	<b><u>44508</u></b>

# **ANEXOS**

**Anexo I****Potencia eléctrica para el alumbrado interior****CUBIERTA PRINCIPAL**

Local	a (m)	b (m)	S (m <sup>2</sup> )	h (m)	k	F <sub>U</sub>	F <sub>m</sub>	E <sub>m</sub> (lx)	Φ (lm)	Rend. (lm/W)	Potencia (W)	Potencia Unidad (W)	Cantidad	Consumo (W)
Sala grupo de emergencia	4,9	3	14,70	3	0,62	0,28	0,6	540	47250,0	60	787,5	40	20	<b>800</b>
Lavandería	6,2	1,8	11,16	3	0,47	0,28	0,6	325	21589,3	60	359,8	40	9	<b>360</b>
Pañol mayordomo	6,2	2	12,40	3	0,50	0,28	0,6	325	23988,1	60	399,8	40	10	<b>400</b>
Gambuza	4,9	8,2	40,18	3	1,02	0,4	0,6	200	33483,3	60	558,1	40	14	<b>560</b>
Gambuza refrigerada (carne)	3,7	2,7	9,99	3	0,52	0,28	0,6	100	5946,4	60	99,1	40	3	<b>120</b>
Gambuza refrigerada (pescado)	2,2	2,7	5,94	3	0,40	0,28	0,6	100	3535,7	60	58,9	40	2	<b>80</b>
Gambuza refrigerada (vegetales)	3	1,6	4,80	3	0,35	0,28	0,6	100	2857,1	60	47,6	40	2	<b>80</b>
Sala CO2	3,2	4,8	15,36	3	0,64	0,28	0,6	200	18285,7	60	304,8	40	8	<b>320</b>
Maquinaria frigorífica y A.A.	3,2	7,4	23,68	3	0,74	0,36	0,6	200	21925,9	60	365,4	40	10	<b>400</b>
Aseo	3,2	3	9,60	3	0,52	0,36	0,6	200	8888,9	60	148,1	40	4	<b>160</b>
Oficina de carga	3,2	1,8	5,76	3	0,38	0,28	0,6	200	6857,1	60	114,3	40	3	<b>120</b>
Sala de enfermería	3,2	3,2	10,24	3	0,53	0,28	0,6	325	19809,5	60	330,2	40	9	<b>360</b>
Sala maquinaria hidráulica	14	9	126,00	3	1,83	0,5	0,6	150	63000,0	60	1050,0	40	27	<b>1080</b>
Vestuario	1,4	2	2,80	3	0,27	0,28	0,6	325	5416,7	60	90,3	40	3	<b>120</b>
Pañol	1,4	2	2,80	3	0,27	0,28	0,6	325	5416,7	60	90,3	40	3	<b>120</b>
Pañol	1,4	3,3	4,62	3	0,33	0,28	0,6	325	8937,5	60	149,0	40	4	<b>160</b>
Pasillo	0,9	20	18,00	3	0,29	0,28	0,6	215	23035,7	60	383,9	40	10	<b>400</b>
Escalera	1,4	2,7	3,78	3	0,31	0,28	0,6	215	4837,5	60	80,6	40	3	<b>120</b>
Escalera a cocina	0,7	2,7	1,89	3	0,19	0,28	0,6	215	2418,8	60	40,3	40	2	<b>80</b>
<b><u>TOTAL</u></b>														<b><u>5840</u></b>

**CUBIERTA A**

Local	a (m)	b (m)	S (m <sup>2</sup> )	h (m)	k	F <sub>U</sub>	F <sub>m</sub>	E <sub>m</sub> (lx)	Φ (lm)	Rend. (lm/W)	Potencia (W)	Potencia Unidad (W)	Cantidad	Consumo (W)
Salón oficiales	3,3	6,5	21,45	3	0,73	0,36	0,6	300	29791,7	60	496,5	40	13	520
Salón tripulación	3,3	4,7	15,51	3	0,65	0,28	0,6	300	27696,4	60	461,6	40	12	480
Comedor oficiales + oficio	4,8	8,3	39,84	3	1,01	0,4	0,6	300	49800,0	60	830,0	40	21	840
Comedor tripulación + oficio	4,8	5,8	27,84	3	0,88	0,36	0,6	300	38666,7	60	644,4	40	17	680
Cocina	4,8	6,1	29,28	3	0,90	0,36	0,6	540	73200,0	60	1220,0	40	31	1240
Gimnasio	3,3	3,5	11,55	3	0,57	0,28	0,6	500	34375,0	60	572,9	40	15	600
Local ordenadores y impresoras	3,3	3,5	11,55	3	0,57	0,28	0,6	450	30937,5	60	515,6	40	13	520
Pasillo	2,3	20	46,00	3	0,69	0,28	0,6	215	58869,0	60	981,2	40	25	1000
Aseo	1,4	2,7	3,78	3	0,31	0,28	0,6	325	7312,5	60	121,9	40	4	160
Aseo	1,4	2,7	3,78	3	0,31	0,28	0,6	325	7312,5	60	121,9	40	4	160
Biblioteca / Videoteca	3,3	1,8	5,94	3	0,39	0,28	0,6	540	19092,9	60	318,2	40	8	320
Pañol	1,4	2	2,80	3	0,27	0,28	0,6	325	5416,7	60	90,3	40	3	120
Escalera	1,4	2,7	3,78	3	0,31	0,28	0,6	215	4837,5	60	80,6	40	3	120
Escalera a gamбуza	0,7	2,7	1,89	3	0,19	0,28	0,6	215	2418,8	60	40,3	40	2	80
<b>TOTAL</b>														<b>6840</b>

**CUBIERTA B**

Local	a (m)	b (m)	S (m <sup>2</sup> )	h (m)	k	F <sub>U</sub>	F <sub>m</sub>	E <sub>m</sub> (lx)	Φ (lm)	Rend. (lm/W)	Potencia (W)	Potencia Unidad (W)	Cantidad	Consumo (W)
Camarotes	3,3	3,5	11,55	3	0,57	0,28	0,6	150	103125,0	60	1718,8	40	47	1880
Lavandería	3,9	2,3	8,97	3	0,48	0,28	0,6	300	16017,9	60	267,0	40	7	280
Cabina Suez	3,9	9,6	37,44	3	0,92	0,4	0,6	300	46800,0	60	780,0	40	20	800
Pañol	1,4	3	4,20	3	0,32	0,28	0,6	325	8125,0	60	135,4	40	4	160
Pañol	1,4	1,2	1,68	3	0,22	0,28	0,6	325	3250,0	60	54,2	40	2	80
Pañol	1,4	3,3	4,62	3	0,33	0,28	0,6	325	8937,5	60	149,0	40	4	160
Pañol	1,4	2	2,80	3	0,27	0,28	0,6	325	5416,7	60	90,3	40	3	120
Pasillos	0,95	40	38,00	3	0,31	0,28	0,6	215	48631,0	60	810,5	40	21	840
Escalera	1,4	2,7	3,78	3	0,31	0,28	0,6	215	4837,5	60	1718,8	40	43	1720
<b>TOTAL</b>														<b>6040</b>

**CUBIERTA C**

Local	a (m)	b (m)	S (m <sup>2</sup> )	h (m)	k	F <sub>U</sub>	F <sub>m</sub>	E <sub>m</sub> (lx)	Φ (lm)	Rend. (lm/W)	Potencia (W)	Potencia Unidad (W)	Cantidad	Consumo (W)
<b>Camarotes (7)</b>	3,3	3,5	11,55	3	0,57	0,28	0,6	150	72187,5	60	1203,1	40	32	1280
Salón	3,9	2,4	9,36	3	0,50	0,28	0,6	300	16714,3	60	278,6	40	7	280
Salón	3,9	5,9	23,01	3	0,78	0,36	0,6	540	57525,0	60	958,8	40	24	960
Salón	3,3	2,4	7,92	3	0,46	0,28	0,6	300	14142,9	60	235,7	40	6	240
Salón	3,3	5,9	19,47	3	0,71	0,36	0,6	300	27041,7	60	450,7	40	12	480
Lavandería	3,9	3,6	14,04	3	0,62	0,28	0,6	300	25071,4	60	417,9	40	11	440
Pañol	1,4	3	4,20	3	0,32	0,28	0,6	325	8125,0	60	135,4	40	4	160
Pañol	1,4	1,2	1,68	3	0,22	0,28	0,6	325	3250,0	60	54,2	40	2	80
Pañol	1,4	2	2,80	3	0,27	0,28	0,6	325	5416,7	60	90,3	40	3	120
Pañol	1,4	2	2,80	3	0,27	0,28	0,6	325	5416,7	60	90,3	40	3	120
Pasillos	0,95	40	38,00	3	0,31	0,28	0,6	215	48631,0	60	810,5	40	21	840
Escalera	1,4	2,7	3,78	3	0,31	0,28	0,6	215	4837,5	60	80,6	40	3	120
<b><u>TOTAL</u></b>														<b><u>5120</u></b>

**CUBIERTA D**

Local	a (m)	b (m)	S (m <sup>2</sup> )	h (m)	k	F <sub>U</sub>	F <sub>m</sub>	E <sub>m</sub> (lx)	Φ (lm)	Rend. (lm/W)	Potencia (W)	Potencia Unidad (W)	Cantidad	Consumo (W)
<b>Camarote capitán</b>	4,2	4,8	20,16	3	0,75	0,36	0,6	150	14000,0	60	233,3	40	6	240
<b>Sala capitán</b>	4,2	3,6	15,12	3	0,65	0,28	0,6	300	27000,0	60	450,0	40	12	480
<b>Camarote jefe de máquinas</b>	4,2	2,4	10,08	3	0,51	0,28	0,6	150	9000,0	60	150,0	40	4	160
<b>Sala jefe de máquinas</b>	3,2	4,2	13,44	3	0,61	0,28	0,6	300	24000,0	60	400,0	40	10	400
<b>Sala de reuniones</b>	2,3	5,3	12,19	3	0,53	0,28	0,6	150	10883,9	60	181,4	40	5	200
<b>Lavandería</b>	3,9	3,6	14,04	3	0,62	0,28	0,6	300	25071,4	60	417,9	40	11	440
<b>Camarote (4)</b>	3,3	3,5	11,55	3	0,57	0,28	0,6	150	41250,0	60	687,5	40	18	720
<b>Salón</b>	3,9	2,4	9,36	3	0,50	0,28	0,6	151	33651,4	60	560,9	40	15	600
<b>Salón</b>	3,9	2,4	9,36	3	0,50	0,28	0,6	152	33874,3	60	564,6	41	14	574
<b>Pañol</b>	1,4	3	4,20	3	0,32	0,28	0,6	153	15300,0	60	255,0	42	7	294
<b>Pañol</b>	1,4	1,2	1,68	3	0,22	0,28	0,6	154	6160,0	60	102,7	43	3	129
<b>Pañol</b>	1,4	2	2,80	3	0,27	0,28	0,6	155	10333,3	60	172,2	44	4	176
<b>Aseo</b>	1,4	2	2,80	3	0,27	0,28	0,6	156	10400,0	60	173,3	45	4	180
<b>Aseo</b>	1,9	2,4	4,56	3	0,35	0,28	0,6	157	17045,7	60	284,1	46	7	322
<b>Pasillos</b>	0,95	30	28,50	3	0,31	0,28	0,6	158	107214,3	60	1786,9	47	39	1833
<b>Escalera</b>	1,4	2,7	3,78	3	0,31	0,28	0,6	159	14310,0	60	238,5	48	5	240
<b><u>TOTAL</u></b>														<b><u>6988</u></b>

**CUBIERTA PUENTE**

Local	a (m)	b (m)	S (m <sup>2</sup> )	h (m)	k	F <sub>U</sub>	F <sub>m</sub>	E <sub>m</sub> (lx)	Φ (lm)	Rend. (lm/W)	Potencia (W)	Potencia Unidad (W)	Cantidad	Consumo (W)
<b>Puente</b>	24,5	3,5	85,75	3	1,02	0,4	0,6	325	116119,8	60	1935,3	40	49	1960
<b>Local de baterías</b>	1,4	4,8	6,72	3	0,36	0,28	0,6	540	21600,0	60	360,0	40	9	360
<b>Escalera</b>	1,4	2,7	3,78	3	0,31	0,28	0,6	159	14310,0	60	238,5	40	6	240
<b><u>TOTAL</u></b>														<b><u>2560</u></b>

## CÁMARA DE MÁQUINAS

Local	a (m)	b (m)	S (m <sup>2</sup> )	h (m)	k	F <sub>U</sub>	F <sub>m</sub>	E <sub>m</sub> (lx)	Φ (lm)	Rend. (lm/W)	Potencia (W)	Potencia Unidad (W)	Cantidad	Consumo (W)
Cámara de control	4	10	40,00	4,9	0,58	0,28	0,6	540	128571,4	80	1607,1	40	41	1640
Sala de depuradoras	3	10	30,00	5,51	0,42	0,28	0,6	540	96428,6	80	1205,4	40	31	1240
Taller	3	4	12,00	4,9	0,35	0,28	0,6	540	38571,4	80	482,1	40	13	520
Sala de transformadores	3	3	9,00	5,51	0,27	0,28	0,6	540	28928,6	80	361,6	40	10	400
Pañol de maquinaria	2	2	4,00	5,51	0,18	0,28	0,6	325	7738,1	80	96,7	40	3	120
Sala de bombas	4	3	12,00	5,51	0,31	0,28	0,6	540	38571,4	80	482,1	40	13	520
Suelo cámara de máquinas	18	10	180,00	6	1,07	0,4	0,6	540	405000,0	80	5062,5	40	127	5080
<b><u>TOTAL</u></b>														<b><u>9520</u></b>

## LOCAL DE SERVO

Local	a (m)	b (m)	S (m <sup>2</sup> )	h (m)	k	F <sub>U</sub>	F <sub>m</sub>	E <sub>m</sub> (lx)	Φ (lm)	Rend. (lm/W)	Potencia (W)	Potencia Unidad (W)	Cantidad	Consumo (W)
Local del servo	11,7	6	70,20	5	2,01	0,5	0,6	540	126360,0	80	1579,5	40	40	1600
<b><u>TOTAL</u></b>														<b><u>1600</u></b>

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS NAVALES**



PROYECTO Nº 59

**GRANELERO 50000 TPM**

**CUADERNO 9**

**PLANTA ELÉCTRICA**

**TUTOR:**

**D. SEBASTIÁN JOSÉ ABRIL PÉREZ**

**REALIZADO POR:**

**D. JÉSSICA LIVIANO RODRÍGUEZ**

**D. JESÚS RODRÍGUEZ MAESTRE**



## **ÍNDICE**

<b>1.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2.- DEFINICIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.....</b>	<b>4</b>
2.1.- Tipo de Tensiones y frecuencias .....	4
2.3.- Otras características de la distribución eléctrica.....	5
<b>3.- BALANCE ELÉCTRICO .....</b>	<b>6</b>
3.1.- Potencia eléctrica necesaria por consumidor .....	6
3.2.- Situaciones de carga eléctrica.....	9
3.3.- Análisis del balance eléctrico .....	10
<b>4.- GRUPOS GENERADORES.....</b>	<b>17</b>
<b>5.- CARACTERÍSTICAS DE LOS CUADROS.....</b>	<b>19</b>
5.1.- Cuadro principal.....	19
5.2.- Cuadro de emergencia.....	20
5.3.- Transformadores y baterías.....	20
5.4.- Toma de corriente de tierra.....	21
<b>6.- BARRAS Y CABLES.....</b>	<b>22</b>
6.1.-Cálculo de las barras del cuadro principal .....	22
6.2.- Cálculo de las barras del cuadro de emergencia. ....	22
6.3.- Cálculo de los cables de los Grupos Generadores Principales.....	23
6.4.- Cálculo de los cables de los Grupo de emergencia .....	24
6.5.- Cálculo de los cables de los Grupo PTO .....	25

## **1.- INTRODUCCIÓN**

El objetivo de este cuadernillo es definir la planta eléctrica necesaria para el pleno funcionamiento del buque proyecto.

Comenzaremos definiendo las características de la electricidad producida a bordo, la tensión y frecuencia más adecuadas según la zona donde desarrollará su actividad el buque.

A continuación, realizaremos una estimación de la demanda de potencia de los consumidores a bordo. Que para poder estimarlo, se realizará un balance eléctrico para cada situación de trabajo del buque y así poder obtener las necesidades de potencia.

Una vez realizado dicho balance, podremos fijar el número y características de los generadores eléctricos principales que satisfagan los distintos requerimientos, de modo que los equipos trabajen con rendimientos y márgenes de seguridad adecuados.

Además optaremos por la instalación de un generador de cola (P.T.O.) que obtiene la motricidad del motor principal para transformarla en energía eléctrica.

También fijaremos las características del grupo de emergencia a partir del estudio específico de la demanda eléctrica en situación de emergencia.

Por último, realizaremos el diagrama unifilar del sistema e indicaremos las características de las barras y conductores empleados, así como los transformadores necesarios para abastecer los servicios de baja tensión.

Para el diseño de la planta eléctrica se ha tenido en cuenta la normativa de la sociedad de clasificación (BV Part C, CH 2).

## **2.- DEFINICIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**

La distribución eléctrica que se empleará a bordo del buque será una red de corriente alterna trifásica, ya que proporciona las ventajas de menor peso, coste y empacho de los componentes, así como menor gasto de mantenimiento, respetos y también permite la posibilidad de abastecerse del servicio de tierra cuando se encuentre en puerto.

Además, la corriente alterna trifásica permite el uso de tensiones más elevadas, lo que produce un ahorro de cobre y con la instalación de transformadores a bordo permite tener dos valores de tensión a bordo.

Como hemos mencionado anteriormente, las ventajas de tener una corriente alterna trifásica son las siguientes:

- Al disponer una mayor tensión se requiere una disminución de la sección del cableado, por lo que se ahorra peso y empacho del equipo eléctrico, obteniendo menor coste en la instalación y mejor manejo.
- Al disponer una mayor la frecuencia, la velocidad de giro de los motores es mayor a igualdad de número de polos, por lo que se consiguen motores de menor precio y tamaño.

Es el tipo de corriente más utilizada en la actualidad.

### **2.1.- Tipo de Tensiones y frecuencias**

A bordo del buque, la distribución eléctrica se logrará por medio de tres tipos de redes, que son las siguientes:

- Red trifásica de 440 V/60 Hz. Se utiliza para los consumidores de fuerza.
- Red de 220 V/60 Hz. Se utiliza para el alumbrado y servicios de habilitación en general, que se obtendrá a través de transformadores monofásicos refrigerado por aire.
- Red de 24 V de corriente continua. Se utiliza para la electrónica de control, señales y servicios de emergencia, y se obtiene mediante baterías de acumuladores que se cargan de la red de 220 V por unos rectificadores.

Además se dispone de una instalación de emergencia para el caso de fallo de los sistemas, formada por un generador de emergencia instalado fuera de la cámara de máquinas, en local del diesel de emergencia sobre la cubierta principal.

### **2.3.- Otras características de la distribución eléctrica**

La distribución eléctrica se realiza a través de una red en derivaciones sucesivas, también conocida como de tipo radial. Este tipo de distribución es el más empleado y consiste en disponer una estructura de árbol, en la que del cuadro principal salen una serie de líneas a unos pocos cuadros primarios (o terminales de grandes motores), y de éstos a su vez a cuadros secundarios, etc.

Las ventajas de este tipo de distribución son que la sección de cada tramo de línea se puede dimensionar de acuerdo con la intensidad nominal, que es igual a la suma de los consumidores que "cuelgan" directa o indirectamente de él, y que en consecuencia, el diseño de protecciones selectivas resulta bastante más sencillo.

Este sistema proporciona una gran flexibilidad y con él se consigue minimizar el número y tamaño de los conductores. Así mismo permite diseñar una red con una muy buena selectividad de las protecciones.

Para realizar la distribución de la red de fuerza se utilizarán tres conductores con red aislada, y sin empleo de neutro.

Para aumentar la fiabilidad de los servicios esenciales, la normativa indica que se debe prever una alimentación doble desde el cuadro principal, que no incluya cuadros de distribución comunes y con tendidos lo más separados posible.

Tanto los cables de señal como los de potencia que puedan conducir ondas perturbadas, están apantallados, evitando que ambos tipos de cable discurren en paralelo en la misma bandeja y procurando que se crucen perpendicularmente.

### 3.- BALANCE ELÉCTRICO

#### 3.1.- Potencia eléctrica necesaria por consumidor

En los cuadernos anteriores (7 y 8) se ha determinado la potencia eléctrica requerida por todos los sistemas a bordo, todo ello teniendo en cuenta los rendimientos mecánicos de transmisiones y rendimientos eléctricos.

Además, para tener un margen de seguridad adecuado, hemos incrementado la potencia de cada consumidor en un 5% para compensar las posibles pérdidas en la conducción.

Como procedimiento de cálculo del balance eléctrico se ha empleado el *Método Clásico de Balance*, considerando un factor de potencia para todos los consumidores igual a un valor medio normalizado, dicho método es lo suficientemente válido cuando no existen consumidores cuya potencia es un porcentaje muy elevado de la potencia eléctrica total instalada, como es el caso del buque proyecto:

$$\cos \varphi = 0,8$$

Realizaremos un desglose de los consumidores estudiados en función del sistema o servicio al que pertenecen:

SISTEMA DE COMBUSTIBLE				
CONSUMIDORES	Nº	Pn (kW)	Pn (kW)	P(kW) TOTAL
Bomba de trasiego de HFO:	2	6.46	12.9	13.6
Bombas de alimentación de las separadoras de HFO:	2	2.17	4.3	4.6
Separadoras centrífugas de HFO	2	7.00	14.0	14.7
Bombas de suministro de combustible:	2	1.34	2.7	2.8
Bombas de suministro de combustible para puerto:	2	0.35	0.7	0.7
Bombas de circulación de combustible:	2	2.98	6.0	6.3
Bombas de alimentación de la separadora de DO:	2	1.34	2.7	2.8
Separadoras centrífugas de DO	1	5.00	5.0	5.3
Bomba de DO:	1	1.45	1.5	1.5
Bombas de combustible para el tanque de servicio de la caldera mixta:	2	1.24	2.5	2.6
Bomba de lodos:	1	0.29	0.3	0.3
<b>TOTAL:</b>			52.5	55.1

SISTEMAS DE ACEITE LUBRICANTE				
CONSUMIDORES	Nº	Pn (kW)	Pn (kW)	P(kW) TOTAL
<b><u>Lubricación del motor principal</u></b>				
Bombas de trasiego de aceite de cilindros:	2	1.38	2.8	2.9
Bombas de circulación del aceite de cojinetes:	2	135.87	271.7	285.3
Bombas de la unidad hidráulica de suministro de potencia:	2	103.16	206.3	216.6
Bombas de trasiego de aceite de cojinetes:	2	1.30	2.6	2.7
Purificadora de aceite de cojinetes	1	7.00	7.0	7.4
<b><u>Lubricación de los motores auxiliares</u></b>				
Bombas de alimentación de las purificadoras:	2	0.38	0.8	0.8
Purificadoras centrífugas de aceite de motores auxiliares	2	4.00	8.0	8.4

<b><u>Lubricación del eje de cola</u></b>				
Bomba de retorno de tanques altos	1	0.40	0.4	0.4
<b>TOTAL:</b>			499.6	524.6

<b>SISTEMA DE REFRIGERACIÓN CENTRALIZADO</b>				
CONSUMIDORES	Nº	Pn (kW)	Pn (kW)	P(kW) TOTAL
<b><u>Elementos del circuito de agua de mar</u></b>				
Bombas de agua salada:	2	46.30	92.6	97.2
Bombas de agua salada (servicio de puerto):	1	22.23	22.2	23.3
<b><u>Elementos del circuito de baja temperatura</u></b>				
Bombas de agua dulce de baja temperatura:	2	41.30	82.6	86.7
Bombas de agua dulce de baja temperatura (servicio de puerto):	1	7.45	7.5	7.8
<b><u>Elementos del circuito de alta temperatura</u></b>				
Bombas de agua dulce (alta temperatura) para refrigeración de camisas del motor principal:	2	15.34	30.7	32.2
Bomba de agua dulce (alta temperatura) del pre-calentador de camisas:	1	1.31	1.3	1.4
<b>TOTAL:</b>			236.9	248.7

<b>SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO</b>				
CONSUMIDORES	Nº	Pn (kW)	Pn (kW)	P(kW) TOTAL
Compresores principales:	2	72.79	145.6	152.9
Compresor de aire de emergencia (auxiliar):	1	3.45	3.5	3.6
Compresor de servicio:	1	2.91	2.9	3.1
<b>TOTAL:</b>			151.9	159.5

<b>SISTEMA DE VAPOR</b>				
CONSUMIDORES	Nº	Pn (kW)	Pn (kW)	P(kW) TOTAL
Bombas de alimentación de agua de la caldera mixta:	2	1.30	2.6	2.7
Bombas de extracción de condensado:	2	1.30	2.6	2.7
<b>TOTAL:</b>			5.2	5.4

<b>CASCO Y CUBIERTA</b>				
CONSUMIDORES	Nº	Pn (kW)	Pn (kW)	P(kW) TOTAL
<b><u>Equipo de gobierno</u></b>				
Servo del timón:	1	39.56	39.6	41.5
Servo auxiliar del timón:	1	8.70	8.7	9.1
<b>TOTAL:</b>			48.3	50.7
<b><u>Equipos de fondeo amarre y remolque</u></b>				
Molinete:	2	108.40	216.8	227.6
Chigres de amarre:	7.00	80.74	565.2	593.4
<b>TOTAL:</b>			782.0	821.1
<b><u>Servicio de achique y sentinas</u></b>				
Bombas principales de achique:	2	23.92	47.8	50.2
Bomba de achique de la caja de cadenas:	1	1.95	2.0	2.0
Separador de sentinas	1	3.00	3.0	3.2
Bomba del separador de sentinas:	1	0.56	0.6	0.6

<b>TOTAL:</b>			53.4	56.0
<b><u>Servicio de lastre</u></b>				
Bombas de lastre:	3	23.92	71.8	75.3
Bomba alternativa de achique:	1	3.21	3.2	3.4
<b>TOTAL:</b>			75.0	78.7
<b><u>Equipo de baldeo y contraincendios</u></b>				
Bombas contra-incendio:	2	32.05	64.1	67.3
Bomba de emergencia contra-incendio:	1	26.00	26.0	27.3
Bomba de carga del tanque de presión de los rociadores:	1	32.05	32.1	33.7
<b>TOTAL:</b>			122.2	128.3
<b><u>Equipo de acceso y elevación</u></b>				
Grúa de abatible 4 m a una banda:	2	11.35	22.7	23.8
Chigre para izado del bote salvavidas:	1	15.70	15.7	16.5
Chigre para izado/puesta a flote del bote de rescate:	1	12.00	12.0	12.6
Chigres para puesta a flote de balsas salvavidas:	5	10.00	50.0	52.5
Otros equipos de elevación (grúas de las escalas):	1	5.00	5.0	5.3
Ascensores:	1	2.00	2.0	2.1
Montacargas:	1	0.50	0.5	0.5
<b>TOTAL:</b>			107.9	113.3
<b>TOTAL:</b>			1188.8	1248.24

SERVICIO A LA CARGA				
CONSUMIDORES	Nº	Pn (kW)	Pn (kW)	P(kW) TOTAL
Equipos de limpieza de las bodegas	14	2.00	28.0	29.4
Electrobombas portátiles	2	12.00	24.0	25.2
Central hidráulica para maniobra de escotillas	1	20.00	20.0	21.0
<b>TOTAL:</b>			72.0	75.6

SERVICIOS DE HABILITACIÓN				
CONSUMIDORES	Nº	Pn (kW)	Pn (kW)	P(kW) TOTAL
<b><u>Equipo de fonda y hotel</u></b>				
Maquinaria frigorífica para las gambuzas refrigeradas	3	10.00	30.0	31.5
Frigoríficos independientes	5	2.70	13.5	14.2
Electrodomésticos para cocina	1	45.35	45.4	47.6
Fuentes frías y máquinas de autoservicio	1	7.80	7.8	8.2
Equipo de lavandería	1	15.70	15.7	16.5
Equipos de imagen y sonido	1	40.00	40.0	42.0
<b>TOTAL:</b>			152.4	160.0
<b><u>Equipo de ventilación</u></b>				
<b>Elementos de cámara de máquinas</b>				
Ventiladores impulsores de cámara de máquinas	2	20.20	40.4	42.4
Ventiladores axiales de cámara de máquinas	2	32.30	64.6	67.8
Extractor centrifugo de la sala de purificadoras	1	6.20	6.2	6.5
<b>Elementos de acomodación y casco</b>				
Ventiladores de la sala de espacio de acomodación y casco	1	15.00	15.0	15.8
<b><u>Sistemas de aire acondicionado</u></b>				
Espacio en acomodaciones	1	75.00	75.0	78.8
Cabina de control cámara de máquinas	1	4.00	4.0	4.2
<b>TOTAL:</b>			205.2	215.5

<b>Servicio sanitario</b>				
Bombas de agua sanitaria fría:	2	1.93	3.9	4.0
Bombas de agua sanitaria caliente:	4	0.96	3.9	4.0
Equipo de potabilización de agua dulce	1	2.00	2.0	2.1
Planta de tratamiento de aguas	1	10.00	10.0	10.5
Incinerador	1	1.00	1.0	1.1
TOTAL:			20.8	21.7
TOTAL:			378.4	397.3

SERVICIOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES				
CONSUMIDORES	Nº	Pn (kW)	Pn (kW)	P(kW) TOTAL
Equipos de navegación y comunicaciones	1	40.00	40.0	42.0
Sistemas de control	1	3.00	3.0	3.2
TOTAL:			43.0	45.2

ALUMBRADO				
CONSUMIDORES	Nº	Pn (kW)	Pn (kW)	P(kW) TOTAL
Luces de navegación	1	15.00	15.0	15.8
Alumbrado exterior	1	14.00	14.0	14.7
Alumbrado interior	1	44.51	44.5	46.7
TOTAL:			73.5	77.2

OTROS CONSUMIDORES ELÉCTRICOS				
CONSUMIDORES	Nº	Pn (kW)	Pn (kW)	P(kW) TOTAL
Cargadores de las baterías	2	30.00	60.0	63.0
Sistema de control para el sistema eléctrico	1	40.00	40.0	42.0
Consumidores eléctricos no tenidos en cuenta (5% del total)	1	76.81	76.8	80.6
TOTAL:			176.8	185.6

### 3.2.- Situaciones de carga eléctrica

Para determinar la potencia necesaria durante la actividad del buque, vamos a estimar diversas situaciones de carga y potencias exigidas por los distintos elementos consumidores de energía eléctrica.

Para un buque granelero tendremos cuatro situaciones en las que va a trabajar nuestro buque.

Dichas situaciones son las siguientes:

- Estancia en puerto: con el motor principal parado y realizando las operaciones de carga y descarga.
- Maniobras: operaciones normales de atraque en puerto.
- Navegación normal: El buque está navegando cargado, con el motor principal al 90% de la MCR.
- Emergencia: situación de emergencia, donde solo trabajan los servicios esenciales para no poner en peligro la integridad del buque.



### **3.3.- Análisis del balance eléctrico**

Para poder definir la potencia necesaria en cada situación de carga vamos a disponer de los coeficientes de utilización de cada consumidor ( $K_u$ ) que se determinan multiplicando el coeficiente de simultaneidad ( $K_n$ ) por el coeficiente de servicio y régimen ( $K_{sr}$ ).

Es decir, obtendremos la potencia de cada consumidor de la siguiente manera:

$$P = K_u \cdot P_{TOTAL} (kW)$$

$$K_u = K_n \cdot K_{sr}$$

El coeficiente de simultaneidad ( $K_n$ ) es independiente de la situación de carga eléctrica, y nos indica el número de equipos que están a la vez en funcionamiento. Lo obtenemos dividiendo el número de equipos que están en funcionamiento por el número total de equipos instalados.

El coeficiente de servicio y régimen ( $K_{sr}$ ) depende de la situación de carga eléctrica considerada y nos da una estimación del régimen al que trabaja el equipo.

A continuación podemos observar los distintos consumidores con los coeficientes de utilización para las cuatro situaciones de carga consideradas anteriormente:

SISTEMA DE COMBUSTIBLE	Estancia en puerto					Maniobrando					Navegando					Emergencia				
CONSUMIDORES	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)
Bomba de trasiego de HFO:	0.5	0.1	0.05	0.7	0.5	0.5	1	0.5	6.8	5.1	0.5	1	0.5	6.8	5.1	0.5	0	0	0.0	0.0
Bombas de alimentación de las separadoras de HFO:	1	0.1	0.1	0.5	0.3	1	1	1	4.6	3.4	1	1	1	4.6	3.4	1	0	0	0.0	0.0
Separadoras centrífugas de HFO	1	0.1	0.1	1.5	1.1	1	1	1	14.7	11.0	1	1	1	14.7	11.0	1	0	0	0.0	0.0
Bombas de suministro de combustible:	0.5	0.2	0.1	0.3	0.2	0.5	1	0.5	1.4	1.1	0.5	1	0.5	1.4	1.1	0.5	0	0	0.0	0.0
Bombas de suministro de combustible para puerto:	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.5	1	0.5	0.4	0.3	0.5	1	0.5	0.4	0.3	0.5	0	0	0.0	0.0
Bombas de circulación de combustible:	0.5	0.2	0.1	0.6	0.5	0.5	1	0.5	3.1	2.3	0.5	1	0.5	3.1	2.3	0.5	0	0	0.0	0.0
Bombas de alimentación de la separadora de DO:	0.5	0.2	0.1	0.3	0.2	0.5	1	0.5	1.4	1.1	0.5	0.2	0.1	0.3	0.2	0.5	0.2	0.1	0.3	0.2
Separadoras centrífugas de DO	1	0.2	0.2	1.1	0.8	1	1	1	5.3	3.9	1	0.2	0.2	1.1	0.8	1	0.1	0.1	0.5	0.4
Bomba de DO:	1	0.2	0.2	0.3	0.2	1	1	1	1.5	1.1	1	0.2	0.2	0.3	0.2	1	1	1	1.5	1.1
Bombas de combustible para el tanque de servicio de la caldera mixta:	0.5	1	0.5	1.3	1.0	0.5	1	0.5	1.3	1.0	0.5	0	0	0.0	0.0	0.5	1	0.5	1.3	1.0
Bomba de lodos:	1	1	1	0.3	0.2	1	1	1	0.3	0.2	1	1	1	0.3	0.2	1	0	0	0.0	0.0
<b>TOTAL</b>				<b>7.0</b>	<b>5.2</b>				<b>40.9</b>	<b>30.7</b>				<b>32.9</b>	<b>24.7</b>				<b>3.8</b>	<b>2.9</b>

SISTEMAS DE ACEITE LUBRICANTE	Estancia en puerto					Maniobrando					Navegando					Emergencia				
CONSUMIDORES	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVA R)	Kn	Ks r	Ku	P (KW)	Q (KVA R)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVA R)	Kn	Ksr	Ku	P (KW )	Q (KVA R)
<b>Lubricación del motor principal</b>																				
Bombas de trasiego de aceite de cilindros:	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	0.5	1.4	1.1	0.5	1.0	0.5	1.4	1.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Bombas de circulación del aceite de cojinetes:	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	0.5	142.7	107.0	0.5	1.0	0.5	142.7	107.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Bombas de la unidad hidráulica de suministro de potencia:	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	0.5	108.3	81.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Bombas de trasiego de aceite de cojinetes:	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	0.5	1.4	1.0	0.5	1.0	0.5	1.4	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Purificadora de aceite de cojinetes	1.0	0.1	0.1	0.7	0.6	1.0	1.0	1.0	7.4	5.5	1.0	0.5	0.5	3.7	2.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Lubricación de los motores auxiliares</b>																				
Bombas de alimentación de las purificadoras:	0.5	1.0	0.5	0.4	0.3	0.5	1.0	0.5	0.4	0.3	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1
Purificadoras centrífugas de aceite de motores auxiliares	0.5	1.0	0.5	4.2	3.2	0.5	1.0	0.5	4.2	3.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.2	0.1	0.8	0.6
<b>Lubricación del eje de cola</b>																				
Bomba de retorno de tanques altos	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.4	0.3	1.0	1.0	1.0	0.4	0.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>TOTAL</b>				<b>5.3</b>	<b>4.0</b>				<b>266.2</b>	<b>199.6</b>				<b>149.6</b>	<b>112.2</b>				<b>0.9</b>	<b>0.7</b>

<b>SISTEMA DE REFRIGERACIÓN CENTRALIZADA</b>	<i>Estancia en puerto</i>					<i>Maniobrando</i>					<i>Navegando</i>					<i>Emergencia</i>				
<b>CONSUMIDORES</b>	<b>Kn</b>	<b>Ksr</b>	<b>Ku</b>	<b>P (KW)</b>	<b>Q (KVAR)</b>	<b>Kn</b>	<b>Ksr</b>	<b>Ku</b>	<b>P (KW)</b>	<b>Q (KVAR)</b>	<b>Kn</b>	<b>Ksr</b>	<b>Ku</b>	<b>P (KW)</b>	<b>Q (KVAR)</b>	<b>Kn</b>	<b>Ksr</b>	<b>Ku</b>	<b>P (KW)</b>	<b>Q (KVAR)</b>
<b><u>Elementos del circuito de agua de mar</u></b>																				
Bombas de agua salada:	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	0.5	48.6	36.5	0.5	0.8	0.4	38.9	29.2	0.5	0.3	0.2	14.6	10.9
Bombas de agua salada (servicio de puerto):	1.0	1.0	1.0	23.3	17.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b><u>Elementos del circuito de baja temperatura</u></b>																				
Bombas de agua dulce de baja temperatura:	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	0.5	43.4	32.5	0.5	0.8	0.4	34.7	26.0	0.5	0.5	0.3	21.7	16.3
Bombas de agua dulce de baja temperatura (servicio de puerto):	1.0	0.5	0.5	3.9	2.9	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b><u>Elementos del circuito de alta temperatura</u></b>																				
Bombas de agua dulce (alta temperatura) para refrigeración de camisas del motor principal:	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	0.5	16.1	12.1	0.5	0.8	0.4	12.9	9.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Bomba de agua dulce (alta temperatura) del precalentador de camisas:	1.0	0.2	0.2	0.3	0.2	1.0	1.0	1.0	1.4	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.2	0.2	0.3	0.2
<b>TOTAL</b>				<b>27.5</b>	<b>20.6</b>				<b>109.5</b>	<b>82.1</b>				<b>86.5</b>	<b>64.9</b>				<b>36.5</b>	<b>27.4</b>

<b>SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO</b>	<i>Estancia en puerto</i>					<i>Maniobrando</i>					<i>Navegando</i>					<i>Emergencia</i>				
<b>CONSUMIDORES</b>	<b>Kn</b>	<b>Ksr</b>	<b>Ku</b>	<b>P (KW)</b>	<b>Q (KVAR)</b>	<b>Kn</b>	<b>Ksr</b>	<b>Ku</b>	<b>P (KW)</b>	<b>Q (KVAR)</b>	<b>Kn</b>	<b>Ksr</b>	<b>Ku</b>	<b>P (KW)</b>	<b>Q (KVAR)</b>	<b>Kn</b>	<b>Ksr</b>	<b>Ku</b>	<b>P (KW)</b>	<b>Q (KVAR)</b>
Compresores principales:	0.5	0.5	0.25	76.4	57.3	0.5	1	0.5	152.9	114.6	0.5	0	0	0.0	0.0	0.5	0	0	0.0	0.0
Compresor de aire de emergencia (auxiliar):	1	0	0	0.0	0.0	1	0	0	0.0	0.0	1	0	0	0.0	0.0	1	1	1	3.6	2.7
Compresor de servicio:	1	0	0	0.0	0.0	1	1	1	3.1	2.3	1	1	1	3.1	2.3	1	1	1	3.1	2.3
<b>TOTAL</b>				<b>76.4</b>	<b>57.3</b>				<b>155.9</b>	<b>116.9</b>				<b>3.1</b>	<b>2.3</b>				<b>6.6</b>	<b>5.0</b>

<b>SISTEMA DE VAPOR</b>	<i>Estancia en puerto</i>					<i>Maniobrando</i>					<i>Navegando</i>					<i>Emergencia</i>				
<b>CONSUMIDORES</b>	<b>Kn</b>	<b>Ksr</b>	<b>Ku</b>	<b>P (KW)</b>	<b>Q (KVAR)</b>	<b>Kn</b>	<b>Ksr</b>	<b>Ku</b>	<b>P (KW)</b>	<b>Q (KVAR)</b>	<b>Kn</b>	<b>Ksr</b>	<b>Ku</b>	<b>P (KW)</b>	<b>Q (KVAR)</b>	<b>Kn</b>	<b>Ksr</b>	<b>Ku</b>	<b>P (KW)</b>	<b>Q (KVAR)</b>
Bombas de alimentación de agua de la caldera mixta:	0.5	1.0	0.5	1.4	1.0	0.5	1.0	0.5	1.4	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	0.5	1.4	1.0
Bombas de extracción de condensado:	0.5	1.0	0.5	1.4	1.0	0.5	1.0	0.5	1.4	1.0	0.5	1.0	0.5	1.4	1.0	0.5	1.0	0.5	1.4	1.0
<b>TOTAL</b>				<b>2.7</b>	<b>2.0</b>				<b>2.7</b>	<b>2.0</b>				<b>1.4</b>	<b>1.0</b>				<b>2.7</b>	<b>2.0</b>

SISTEMA DE CASCO Y CUBIERTA	Estancia en puerto					Maniobrando					Navegando					Emergencia				
CONSUMIDORES	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)
<b><u>Equipo de gobierno</u></b>																				
Servo del timón	1	0	0	0.0	0.0	1	1	1	41.5	31.2	1	0.2	0.2	8.3	6.2	1	0.2	0.2	8.3	6.2
Servo auxiliar del timón	1	0	0	0.0	0.0	1	0	0	0.0	0.0	1	0	0	0.0	0.0	1	0	0	0.0	0.0
<b><u>Equipos de fondeo amarre y remolque</u></b>																				
Molinete	1	0	0	0.0	0.0	1	0.3	0.2	56.9	42.7	1	0	0	0.0	0.0	1	0	0	0.0	0.0
Chigres de amarre	1	0.05	0.05	29.7	22.3	1	0.4	0.4	237.4	178.0	1	0	0	0.0	0.0	1	0	0	0.0	0.0
<b><u>Servicio de achique y sentinas</u></b>																				
Bombas principales de achique:	1	0.2	0.2	10.0	7.5	1	0.1	0.1	5.0	3.8	1	0.1	0.1	5.0	3.8	1	1	1	50.2	37.7
Bomba de achique de la caja de cadenas:	1	0.1	0.1	0.2	0.2	1	0.1	0.1	0.2	0.2	1	0.1	0.1	0.2	0.2	1	0	0	0.0	0.0
Separador de sentinas	1	0.2	0.2	0.1	0.1	1	0.3	0.3	0.2	0.1	1	1	1	0.6	0.4	1	0.1	0.1	0.1	0.0
Bomba del separador de sentinas:	1	0.5	0.5	1.6	1.2	1	1	1	3.2	2.4	1	0.5	0.5	1.6	1.2	1	0.2	0.2	0.6	0.5
<b><u>Servicio de lastre:</u></b>																				
Bombas de lastre:	0.67	0.5	0.3	25.1	18.8	0.67	0.6	0.4	30.1	22.6	0.67	0.1	0.1	5.0	3.8	0.67	0.1	0.07	5.0	3.8
Bomba alternativa de achique:	1	0.3	0.3	1.0	0.8	1	0.5	0.5	1.7	1.3	1	0	0	0.0	0.0	1	0	0	0.0	0.0
<b><u>Equipo de baldeo y contraincendios</u></b>																				
Bombas contra-incendio:	1	0.5	0.5	33.7	25.2	1	0.8	0.5	33.7	25.2	1	0.1	0.1	6.7	5.0	1	0	0	0.0	0.0
Bomba de emergencia contra-incendio:	1	0	0	0.0	0.0	1	0.1	0.1	2.7	2.0	1	0	0	0.0	0.0	1	1	1	27.3	20.5
Bomba de carga del tanque de presión de los rociadores:	1	0	0	0.0	0.0	1	0	0	0.0	0.0	1	0.1	0.1	3.4	2.5	1	1	1	33.7	25.2
<b><u>Equipo de acceso y elevación</u></b>																				
Grúa de abatible 4 m a una banda:	1	0.5	0.5	11.9	8.9	1	0	0	0.0	0.0	1	0	0	0.0	0.0	1	0	0	0.0	0.0
Chigre para izado del bote salvavidas:	1	0	0	0.0	0.0	1	0.1	0.1	1.6	1.2	1	0	0	0.0	0.0	1	0	0	0.0	0.0
Chigre para izado/puesta a flote del bote de rescate:	1	0.1	0.1	1.3	0.9	1	0	0	0.0	0.0	1	0	0	0.0	0.0	1	0	0	0.0	0.0
Chigres para puesta a flote de balsas salvavidas:	1	1	1	52.5	39.4	1	0	0	0.0	0.0	1	0	0	0.0	0.0	1	1	1	52.5	39.4
Otros equipos de elevación (grúas de las escalas):	1	0	0	0.0	0.0	1	0	0	0.0	0.0	1	0	0	0.0	0.0	1	0	0	0.0	0.0
Ascensores:	1	0.2	0.2	0.4	0.3	1	0.2	0.2	0.4	0.3	1	0.5	0.5	1.1	0.8	1	0	0	0.0	0.0
Montacargas:	1	0.2	0.2	0.1	0.1	1	0.2	0.2	0.1	0.1	1	0.5	0.5	0.3	0.2	1	0	0	0.0	0.0
<b>TOTAL</b>				<b>167.6</b>	<b>125.7</b>				<b>415</b>	<b>311</b>				<b>32.2</b>	<b>24.1</b>				<b>178</b>	<b>133.3</b>

SERVICIOS DE CARGA	Estancia en puerto					Maniobrando					Navegando					Emergencia				
CONSUMIDORES	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)
Equipos de limpieza de las bodegas	0.14	0	0	0.0	0.0	0.14	0	0	0.0	0.0	0.14	0.5	0.1	2.1	1.6	0.14	0	0	0.0	0.0
Electrobombas portátiles	1	0	0	0.0	0.0	1	0	0	0.0	0.0	1	0	0	0.0	0.0	1	0.1	0.1	2.5	1.9
Central hidráulica para maniobra de escotillas	1	0.5	0.5	10.5	7.9	1	0.5	0.5	10.5	7.9	1	0	0	0.0	0.0	1	0	0	0.0	0.0
<b>TOTAL</b>				<b>10.5</b>	<b>7.9</b>				<b>10.5</b>	<b>7.9</b>				<b>2.1</b>	<b>1.6</b>				<b>2.5</b>	<b>1.9</b>

SERVICIOS DE HABILITACIÓN	Estancia en puerto					Maniobrando					Navegando					Emergencia				
CONSUMIDORES	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)
<b>Equipo de fonda y hotel</b>																				
Maquinaria frigorífica para las gambuzas refrigeradas	1	0.4	0.4	12.6	9.5	1	0.6	0.6	18.9	14.2	1	0.4	0.4	12.6	9.5	1	0.3	0.3	9.5	7.1
Frigoríficos independientes	1	0.4	0.4	5.7	4.3	1	0.5	0.5	7.1	5.3	1	0.4	0.4	5.7	4.3	1	0.3	0.3	4.3	3.2
Electrodomésticos para cocina	1	0.4	0.4	19.0	14.3	1	0.5	0.5	23.8	17.9	1	0.3	0.3	14.3	10.7	1	0.3	0.3	14.3	10.7
Fuentes frías y máquinas de autoservicio	1	0.5	0.5	4.1	3.1	1	0.5	0.5	4.1	3.1	1	0.3	0.3	2.5	1.8	1	0.3	0.3	2.5	1.8
Equipo de lavandería	1	0.5	0.5	8.2	6.2	1	0.3	0.3	4.9	3.7	1	0.2	0.2	3.3	2.5	1	0	0	0.0	0.0
Equipos de imagen y sonido	1	0.3	0.3	12.6	9.5	1	0.3	0.3	12.6	9.5	1	0.2	0.2	8.4	6.3	1	0	0	0.0	0.0
<b>Equipo de ventilación</b>																				
<b>Elementos de cámara de máquinas</b>																				
Ventiladores impulsores de cámara de máquinas	0.5	0.5	0.25	10.6	8.0	0.5	1	0.5	21.2	15.9	0.5	1	0.5	21.2	15.9	0.5	0.2	0.1	4.2	3.2
Ventiladores axiales de cámara de máquinas	0.5	0.5	0.25	17.0	12.7	0.5	1	0.5	33.9	25.4	0.5	1	0.5	33.9	25.4	0.5	0.2	0.1	6.8	5.1
Extractor centrifugo de la sala de purificadoras	1	0.5	0.5	3.3	2.4	1	1	1	6.5	4.9	1	1	1	6.5	4.9	1	0.2	0.2	1.3	1.0
<b>Elementos de acomodación y casco</b>																				
Ventiladores de la sala de espacio de acomodación y casco	1	0.5	0.5	7.9	5.9	1	1	1	15.8	11.8	1	1	1	15.8	11.8	1	0.2	0.2	3.2	2.4
<b>Equipo de aire acondicionado</b>																				
Espacio en acomodaciones	1	0.7	0.7	55.1	41.3	1	0.8	0.8	63.0	47.3	1	0.7	0.7	55.1	41.3	1	0.2	0.2	15.8	11.8
Cabina de control cámara de máquinas	1	0.7	0.7	2.9	2.2	1	1	1	4.2	3.2	1	0.7	0.7	2.9	2.2	1	0.2	0.2	0.8	0.6

<b>Servicio sanitario</b>																					
Bombas de agua sanitaria fría:	0.5	1	0.5	2.0	1.5	0.5	1	0.5	2.0	1.5	0.5	1	0.5	2.0	1.5	0.5	0.2	0.1	0.4	0.3	
Bombas de agua sanitaria caliente:	0.5	1	0.5	2.0	1.5	0.5	1	0.5	2.0	1.5	0.5	1	0.5	2.0	1.5	0.5	0.2	0.1	0.4	0.3	
Equipo de potabilización de agua dulce	1	1	1	2.6	2.0	1	1	1	2.6	2.0	1	1	1	2.6	2.0	1	0.2	0.2	0.5	0.4	
Planta de tratamiento de aguas	1	0.2	0.2	2.1	1.6	1	1	1	10.5	7.9	1	0.5	0.5	5.3	3.9	1	0.2	0.2	2.1	1.6	
Incinerador	1	0	0	0.0	0.0	1	1	1	1.1	0.8	1	0.5	0.5	0.5	0.4	1	0	0	0.0	0.0	
<b>TOTAL</b>	<b>167.7</b>				<b>126</b>	<b>234</b>				<b>176</b>	<b>195</b>				<b>145.9</b>	<b>66.1</b>					<b>49.5</b>

SERVICIOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES	Estancia en puerto					Maniobrando					Navegando					Emergencia				
CONSUMIDORES	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)
Equipos de navegación y comunicaciones	1	0.3	0.3	12.6	9.5	1	1	1	42.0	31.5	1	1	1	42.0	31.5	1	1	1	42.0	31.5
Sistemas de control	1	1	1	3.2	2.4	1	1	1	3.2	2.4	1	1	1	3.2	2.4	1	1	1	3.2	2.4
<b>TOTAL</b>				<b>15.8</b>	<b>11.8</b>				<b>45.2</b>	<b>33.9</b>				<b>45.2</b>	<b>33.9</b>				<b>45.2</b>	<b>33.9</b>

ALUMBRADO E ILUMINACIÓN	Estancia en puerto					Maniobrando					Navegando					Emergencia				
CONSUMIDORES	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)
Luces de navegación	1	0.2	0.2	3.2	2.4	1	1	1	15.8	11.8	1	0.2	0.2	3.2	2.4	1	1	1	15.8	11.8
Alumbrado exterior	1	0.2	0.2	2.9	2.2	1	1	1	14.7	11.0	1	0.2	0.2	2.9	2.2	1	0.1	0.1	1.5	1.1
Alumbrado interior	1	0.2	0.2	9.3	7.0	1	0.8	0.8	37.4	28.0	1	0.2	0.2	9.3	7.0	1	0.1	0.1	4.7	3.5
<b>TOTAL</b>				<b>15.4</b>	<b>11.6</b>				<b>67.8</b>	<b>50.9</b>				<b>15.4</b>	<b>11.6</b>				<b>21.9</b>	<b>16.4</b>

OTROS CONSUMIDORES	Estancia en puerto					Maniobrando					Navegando					Emergencia				
CONSUMIDORES	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)	Kn	Ksr	Ku	P (KW)	Q (KVAR)
Cargadores de las baterías	0.5	0.4	0.2	12.6	9.5	0.5	0.5	0.25	15.8	11.8	0.5	0.2	0.1	6.3	4.7	0.5	0	0	0.0	0.0
Sistema de control para el sistema eléctrico	1	0.4	0.4	16.8	12.6	1	0.8	0.8	33.6	25.2	1	0.2	0.2	8.4	6.3	1	0.2	0.2	8.4	6.3
Consumidores eléctricos no tenidos en cuenta (5% del total)	1	0.1	0.1	8.3	6.2	1	1	1	83.1	62.3	1	0.1	0.1	8.3	6.2	1	0.1	0.1	8.3	6.2
<b>TOTAL</b>				<b>37.7</b>	<b>28.3</b>				<b>132.5</b>	<b>99.3</b>				<b>23.0</b>	<b>17.3</b>				<b>16.7</b>	<b>12.5</b>

RESUMEN TOTAL	Total instalada		Estancia en puerto		Maniobrando		Navegando		Emergencia	
SISTEMAS	P (KW)	Q (KVAR)	P (KW)	Q (KVAR)	P (KW)	Q (KVAR)	P (KW)	Q (KVAR)	P (KW)	Q (KVAR)
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	52.8	55.5	7	5.2	40.9	30.7	32.9	24.7	3.8	2.9
SISTEMAS DE ACEITE LUBRICANTE	499.6	524.6	5.3	4	266	200	150	112.2	0.9	0.7
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN CENTRALIZADA	236.9	248.7	27.5	20.6	110	82.1	86.5	64.9	36.5	27.4
SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO	297.5	312.3	76.4	57.3	156	117	3.1	2.3	6.6	5
SISTEMA DE VAPOR	5.2	5.4	2.7	2	2.7	2	1.4	1	2.7	2
SISTEMA DE CASCO Y CUBIERTA	1188.8	1248.24	167.6	125.7	415	311	32.2	24.1	178	133.3
SERVICIOS DE CARGA	72.0	75.6	10.5	7.9	10.5	7.9	2.1	1.6	2.5	1.9
SERVICIOS DE HABILITACIÓN	378.4	397.3	167.7	126	234	176	195	145.9	66.1	49.5
SERVICIOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES	43.0	45.2	15.8	11.8	45.2	33.9	45.2	33.9	45.2	33.9
ALUMBRADO E ILUMINACIÓN	75.1	78.8	15.4	11.6	67.8	50.9	15.4	11.6	21.9	16.4
OTROS CONSUMIDORES	179.1	188.1	37.7	28.3	133	99.3	23	17.3	16.7	12.5
TOTAL	3029.4	3180.8	533.6	400.4	1480	1110	590.8	443.1	381	286

#### 4.- GRUPOS GENERADORES

A partir de los resultados obtenidos en el balance eléctrico, determinaremos el número de los generadores así como de la potencia de cada uno de ellos. Separaremos por un lado los generadores principales, el PTO y el generador de emergencia.

Para ello debemos tener en cuenta el resumen de potencias obtenido para cada situación:

TOTAL DE CONSUMIDORES	
Pn (KW)	Ptotal (kW)
3029.4	3180.8

ESTANCIA EN PUERTO		MANIOBRANDO		NAVEGANDO		EMERGENCIA	
P (KW)	Q (KVAR)	P (KW)	Q (KVAR)	P (KW)	Q (KVAR)	P (KW)	Q (KVAR)
533.6	400.4	1480	1110	590.8	443.1	381	286

Se han seleccionado los siguientes grupos generadores para ser instalados en el buque:

- 3 grupos generador diesel: “7L23/30HGenSet” del fabricante MAN-B&W 6cil (865 KW, 720 RPM, 60Hz) de MAN-B&W, trabajando uno para operación normal, estando dos de respeto.
- 1 grupo generador diesel de emergencia: “6L16/24H GenSet” fabricante MAN-B&W 6cil (570 KW, 1200 RPM, 60Hz), para operación en emergencia.
- 1 generador de cola: PTO BWIII/RCF. DSG62 L2-4 (845 KW, 60Hz), de A. VAN KAICK, para operación en emergencia.

La definición detallada de estos grupos se encuentra en el cuaderno 7 (Punto 3).

El modo en que operan los distintos generadores es el siguiente:



GRUPO GENERADOR	ESTANCIA EN PUERTO	MANIOBRAS	NAVEGACIÓN	EMERGENCIA
7L23/30H GenSet	1	2	0*	0
6L16/24H GenSet	0	0	0	1
PTO BWIII/RCF. DSG62 L2-4	0	0	1	0

Teniendo en cuenta la demanda de potencia en cada situación y las potencias de los distintos generadores, los regímenes de utilización de cada uno de los grupos generadores son:

GRUPO GENERADOR	ESTANCIA EN PUERTO	MANIOBRAS	NAVEGACIÓN	EMERGENCIA
7L23/30H GenSet	61,7%	85,5 %	0*	0
6L16/24H Genset	0	0	0	67%
PTO BWIII/RCF. DSG62 L2-4	0	0	70%	0

(\*) En navegación se puede utilizar un grupo 7L23/30H GenSet con un régimen del 68%, o utilizar la PTO con un régimen del 70%.

## **5.- CARACTERÍSTICAS DE LOS CUADROS**

### **5.1.- Cuadro principal**

El cuadro principal empleado para el control y protección de los generadores, así como para la distribución de corriente eléctrica se sitúa en la sala adyacente a la sala de control, en cámara de máquinas, con el objeto de reducir el personal encargado de la vigilancia y el control además de emplear la menor longitud posible de cable, pues la mayoría de los consumidores se encuentran situados dentro de la misma; de tal manera que se pueda proceder fácilmente a sus reparaciones y no interfiera en las operaciones que se realizan a su alrededor. Además, se ha procurado alejarlo de las proximidades de cualquier sistema que pueda producir goteos de agua o aceite, vibraciones, golpes o calores excesivos que provoquen averías en él.

El cuadro de distribución principal es de frente muerto, construido de chapa tratada y pintada y con estructura autosoportada. Dispone de medios adecuados (relés selectivos de carga) para mantener el suministro de energía eléctrica en cualquier circunstancia en los servicios esenciales en condiciones normales de navegación.

Los paneles de los alternadores disponen de los siguientes elementos:

- Interruptor automático con protección de intensidad máxima y tensión mínima.
- Voltímetro con conmutador.
- Amperímetro con conmutador.
- Frecuencímetro.
- Vatímetro.
- Relés de inversión.
- Lámparas de indicación de tierra.
- Sincronoscopio.

La sincronización y acople/arranque de grupos se puede realizar de modo automático.

Todos los interruptores, relés, contactores y aparatos de medida son del tipo marino, antivibratorio y apto para climas tropicales, además, los aparatos de medida cumplen las condiciones exigidas por la sociedad de clasificación según lo siguiente:

- **Cuadros, barras, equipos de medida de los generadores y transformadores de medida:** cumplen con la sociedad de clasificación (BV Part. C, CH 2, Secc. 8); y con la IEC 60092-302.

- **Interruptores:** cumplen con la IEC en sus publicaciones 60947-1 y 60947-2; y con la con la sociedad de clasificación (BV Part. C, CH 2, Secc. 8).
- **Fusibles:** cumplen con la IEC en su publicación 60269; y con la con la sociedad de clasificación (BV Part. C, CH 2, Secc. 8).
- **Contactores electromagnéticos:** cumplen con la IEC en sus publicaciones 60947-1 y 60947-2; y con la con la sociedad de clasificación (BV Part. C, CH 2, Secc. 8).
- **Cables:** cumplen con la IEC en su publicación 60092; y con la con la sociedad de clasificación (BV Part. C, CH 2, Secc. 9).

Del cuadro principal cuelgan los cuadros secundarios, para la distribución eléctrica.

## **5.2.- Cuadro de emergencia**

Se ha instalado un cuadro de emergencia al que se conecta el generador destinado a este fin (diesel de emergencia). El generador de emergencia se instala junto con el cuadro correspondiente en el mismo local del diesel de emergencia, situado en la cubierta principal.

El cuadro de emergencia está conectado con el principal, de forma que durante la navegación normal, los elementos que constituyen el servicio de emergencia sean alimentados desde el cuadro principal, pues el grupo de emergencia no puede trabajar en paralelo con los de la planta principal.

La desconexión del cuadro de emergencia y paro de su grupo se realiza únicamente de forma manual. El cuadro de emergencia es análogo al principal en lo que se refiere a sus características.

## **5.3.- Transformadores y baterías**

Se disponen para reducir la tensión de 440V a 220V, para la red de 220V. La red que requiere 220V es la de alumbrado, equipos de fonda y hotel, cargadores de baterías, servicios de navegación y comunicaciones y sistemas de control. Los transformadores deben cumplir con el reglamento de la sociedad de clasificación (BV Part. C, CH 2, Secc. 5).

La potencia consumida por los elementos considerados en el apartado anterior es de 387,3 KW, y la potencia aparente (con un factor de potencia es de 0,8) es 484,1 KVA.

Instalaremos dos transformadores de 500 KVA (440/220 V, 60Hz).

Las baterías cumplen con el reglamento de la sociedad de clasificación (BV Part. C, CH 2, Secc. 6 y 7). Los servicios a 24 V se alimentan mediante baterías (acumuladores) o desde los cargadores de las mismas (convertidores de tensión alterna-continua). Estas baterías se cargan gracias a dos rectificadores (que trabajan uno u otro) situado en la sala eléctrica, y pueden cargar a los dos grupos de baterías, las cuales se conectan al cuadro de emergencia automáticamente en caso de fallo de la fuente principal de corriente.

#### **5.4.- Toma de corriente de tierra**

Se dispone de una toma de corriente de tierra con una potencia suficiente que permita la alimentación de todos los servicios durante la estancia en puerto incluyendo los sistemas de refrigeración y conservación de la carga.

La conexión con el exterior se realiza mediante un seccionador con protección adecuada a través del cuadro principal siendo su alimentación trifásica a 440 V y 60 Hz.

## **6.- BARRAS Y CABLES**

En este apartado se dimensionan las barras del cuadro principal y de emergencia, los cables que unen los generadores con el cuadro principal, y los cables que unen el grupo de emergencia al cuadro de emergencia.

### **6.1.-Cálculo de las barras del cuadro principal**

Para el cálculo de la sección de las barras, se ha considerado el caso más desfavorable; es decir, en maniobra (dos grupos trabajando en paralelo), por lo que las barras se calculan para la suma de las potencias máximas de dos grupos. Por lo tanto la intensidad se calcula con la expresión:

$$I' = I \times K_g$$

Siendo:

$$I = \frac{P_{Total}}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi} \quad \text{donde:}$$

- $P_{Total} = 2 \times 865 \text{ kW}.$
- $V = 440 \text{ V}.$
- $\cos \varphi = 0,8.$
- $K_g = \sqrt{\frac{90 - 40}{90 - \vartheta}}$ , la corrección por temperatura.
- $\vartheta = 45 \text{ }^\circ\text{C}$ , caso más desfavorable a pesar de ser esta temperatura superior a la de la sala de las cabinas.

Resultando:

$$I' = 2991 \text{ A}$$

De la tabla 4.1 del libro "Electricidad aplicada al buque. Distribución eléctrica a bordo", se observa que se deben tomar 3 barras de 4x100 mm para cada fase para satisfacer las necesidades calculadas.

### **6.2.- Cálculo de las barras del cuadro de emergencia.**

Utilizando las expresiones anteriores y conociendo la potencia total en este caso (570 kW) se obtiene una intensidad de:

$$I' = 985,5 \text{ A}$$

De la tabla 4.1 del libro “Electricidad aplicada al buque. Distribución eléctrica a bordo”, se observa que se deben tomar una barra de  $4 \times 100 \text{ mm}$  para cada fase para satisfacer las necesidades calculadas.

### **6.3.- Cálculo de los cables de los Grupos Generadores Principales**

Utilizando las expresiones anteriores y conociendo la potencia total en este caso 865 kW, se obtiene una intensidad de:

$$I = 1495,5 \text{ A}$$

Se disponen cables unifilares, y con separación suficiente entre los cables (no más de 6 cables juntos) para que haya una circulación de aire entre unos y otros.

De la tabla 5.3 del libro “Electricidad aplicada al buque. Distribución eléctrica a bordo”, se van a tomar cables de la columna 5 (ERP y XLPE), en particular 5 cables unifilares de sección  $150 \text{ mm}^2$  por fase; es decir,  $5 \times (1 \times 150)$  por fase.

Una vez que hemos elegido el cable hay que comprobar la caída de tensión, cuyo valor no debe superar el límite admisible del 5% de la nominal, para ello realizamos los siguientes cálculos:

$$E = \sqrt{3} \times \Delta V$$

Siendo:

$$\Delta V = \frac{K_s \times Ra \times I \times L \times K_z}{S} \text{ donde:}$$

- $I = I' = 1495,5 \text{ A}$ .
- $Ra = 0,0178 \times (1 + 0,0039 \times (\vartheta_{\max} - 20))$   
( $\Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$ )
- $K = K_s \times K_z = 1 + a \times 10^{-4} \times S^{1,5}$ .
- $a = 1$
- $S = 5 \times 150 = 750 \text{ mm}^2$
- $\vartheta_{\max} = 85^\circ \text{ C}$  (por ser de ERP o XLPE)
- $L = 40 \text{ m}$  (en realidad es inferior)

$$\Delta V = 8 \text{ V}$$

$$E = 13,8 \text{ V}$$

$$V = 440 \text{ V}$$

Por lo tanto el porcentaje de caída de tensión es igual a:

$$\% \text{ caída} = 100 \times \frac{E}{V} = 2,14\%$$

#### 6.4.- Cálculo de los cables de los Grupo de emergencia

Utilizando las expresiones anteriores y conociendo la potencia total en este caso (570 kW) se obtiene una intensidad de:

$$I = 985,5 \text{ A}$$

Se disponen cables unifilares, y con separación suficiente entre los cables (no más de 6 cables juntos) para que haya una circulación de aire entre unos y otros.

De la tabla 5.3 del libro "Electricidad aplicada al buque. Distribución eléctrica a bordo", se van a tomar cables de la columna 5 (ERP y XLPE), en particular 3 cables unifilares de sección  $150 \text{ mm}^2$  por fase; es decir,  $3 \times (1 \times 150)$  por fase.

Una vez que hemos elegido el cable hay que comprobar la caída de tensión, cuyo valor no debe superar el límite admisible del 5% de la nominal, para ello realizamos los siguientes cálculos:

$$E = \sqrt{3} \times \Delta V$$

Siendo:

$$\Delta V = \frac{K_s \times R_a \times I \times L \times K_z}{S} \text{ donde:}$$

- $I = I' = 985,5 \text{ A.}$
- $R_a = 0,0178 \times (1 + 0,0039 \times (\vartheta_{\max} - 20))$   
( $\Omega \text{mm}^2 / \text{m}$ )
- $K = K_s \times K_z = 1 + a \times 10^{-4} \times S^{1,5}.$
- $a = 1$
- $S = 3 \times 150 = 450 \text{mm}^2$
- $\vartheta_{\max} = 85^\circ \text{C}$  (por ser de ERP o XLPE)
- $L = 40 \text{m}$  (en realidad es inferior)

$$\Delta V = 1,4 \text{ V}$$

$$E = 2,5 \text{ V}$$

$$V = 440 \text{ V}$$

Por lo tanto el porcentaje de caída de tensión es igual a:

$$\% \text{caida} = 100 \times \frac{E}{V} = 0,56\%$$

### 6.5.- Cálculo de los cables de los Grupo PTO

Utilizando las expresiones anteriores y conociendo la potencia total en este caso (845 kW) se obtiene una intensidad de:

$$I = 1460,9 \text{ A}$$

Se disponen cables unifilares, y con separación suficiente entre los cables (no más de 6 cables juntos) para que haya una circulación de aire entre unos y otros.

De la tabla 5.3 del libro "Electricidad aplicada al buque. Distribución eléctrica a bordo", se van a tomar cables de la columna 5 (ERP y XLPE), en particular 6 cables unifilares de sección  $150 \text{ mm}^2$  por fase; es decir,  $5 \times (1 \times 150)$  por fase.

Una vez que hemos elegido el cable hay que comprobar la caída de tensión, cuyo valor no debe superar el límite admisible del 5% de la nominal, para ello realizamos los siguientes cálculos:

$$E = \sqrt{3} \times \Delta V$$

Siendo:

$$\Delta V = \frac{K_s \times R_a \times I \times L \times K_z}{S} \text{ donde:}$$

- $I = I' = 1460,9 \text{ A}$ .
- $R_a = 0,0178 \times (1 + 0,0039 \times (\vartheta_{\max} - 20))$   
( $\Omega \text{mm}^2 / \text{m}$ )
- $K = K_s \times K_z = 1 + a \times 10^{-4} \times S^{1,5}$ .
- $a = 1$
- $S = 5 \times 150 = 750 \text{mm}^2$
- $\vartheta_{\max} = 85^\circ \text{C}$  (por ser de ERP o XLPE)
- $L = 40 \text{m}$  (en realidad es inferior)

$$\Delta V = 3,3 \text{ V}$$

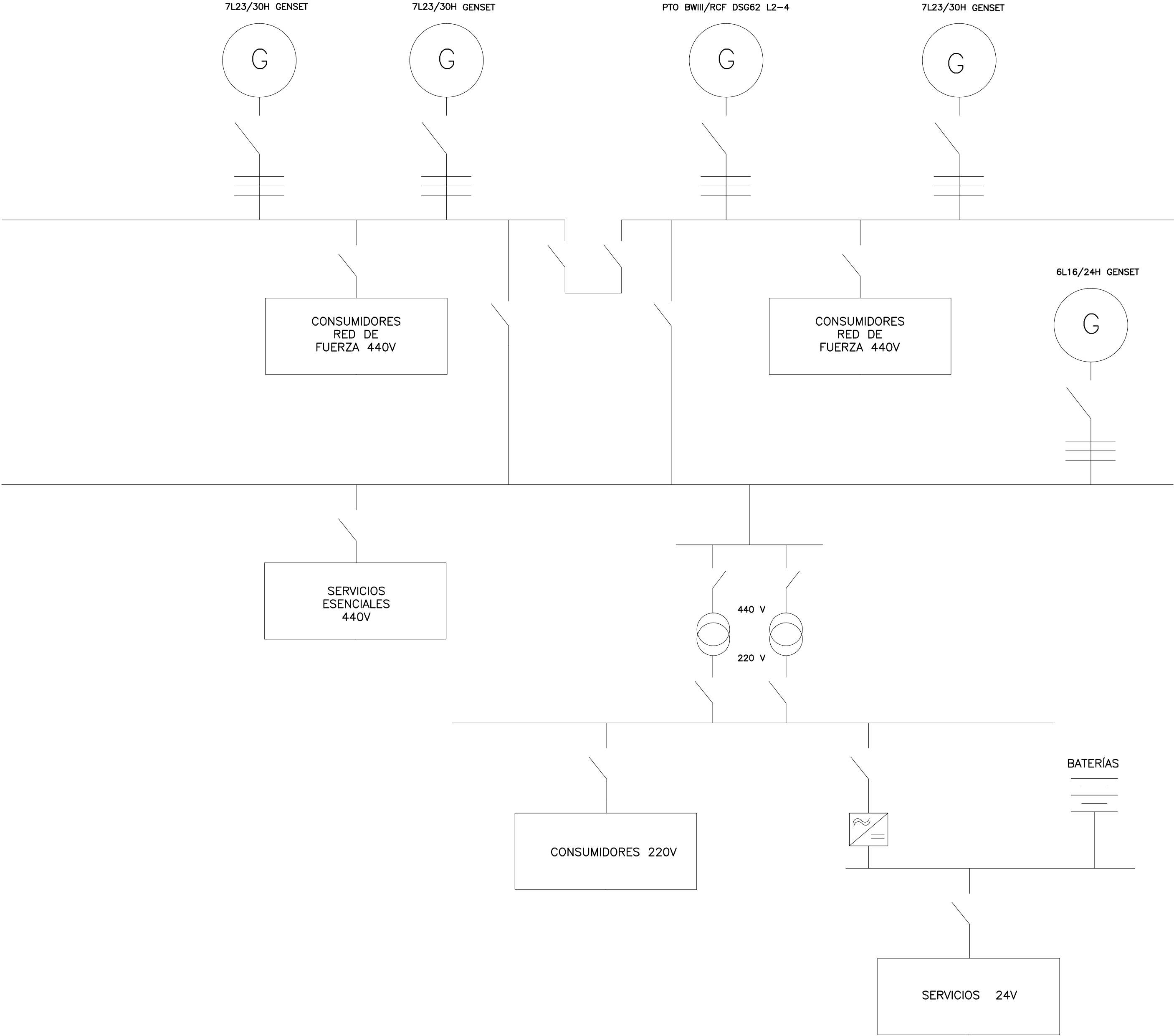
$$E = 5,7 \text{ V}$$

$$V = 440 \text{ V}$$

Por lo tanto el porcentaje de caída de tensión es igual a:

$$\% \text{caida} = 100 \times \frac{E}{V} = 1,31\%$$





CARACTERÍSTICAS			
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	Lpp	195,23	m
MANGA DE TRAZADO	B	29,10	m
PUNTAL	D	17,41	m
CALADO	T	12,15	m
COEFICIENTE DE BLOQUE	CB	0,850	
COEFICIENTE DE LA MAESTRA	CM	0,994	
CLARA DE CUADERNAS TRAZADO		9,7615	m
SEPARACION L.A.		2,025	m

E.T.S.I.N. /PROYECTO FIN DE CARRERA 59		
GRANELERO 50000 TPM	ESCALA —	
JÉSSICA LIVIANO RODRÍGUEZ JESÚS RODRÍGUEZ MAESTRE		
DIAGRAMA UNIFILAR		

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS NAVALES**



PROYECTO Nº 59

# **GRANELERO 50.000 TPM**

## **CUADERNO 10**

### **RESISTENCIA ESTRUCTURAL**

**TUTOR:**

**D. SEBASTIÁN JOSÉ ABRIL PÉREZ**

**REALIZADO POR:**

**D. JÉSSICA LIVIANO RODRÍGUEZ  
D. JESÚS RODRÍGUEZ MAESTRE**

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	4
2.- TIPO DE ESTRUCTURA.....	5
2.1.- Tipo de Acero.....	6
2.2.- Elección de clara de cuadernas y longitudinales.....	7
3.- DEFINICIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO.....	8
3.1.- Eslora de escantillonado.....	8
3.2.- Manga.....	8
3.3.- Puntal.....	8
3.4.- Calado.....	8
3.5.- Coeficiente de bloque.....	9
4.-MOMENTOS FLECTORES.....	10
4.1.- Momento flector debido a olas en quebranto.....	10
4.2.- Momento flector debido a olas en arrufo.....	10
4.3.- Módulo mínimo.....	11
4.4.- Momento vertical en aguas tranquilas en quebranto.....	11
4.5.- Momento vertical en aguas tranquilas en arrufo.....	11
5.- ESFUERZO CORTANTE.....	12
5.1.- esfuerzo cortante debido al oleaje.....	12
5.2.- esfuerzo cortante en aguas tranquilas.....	12
6.- CARGAS DE DISEÑO.....	13
6.1.- Presiones marinas.....	13
6.2.- Presiones interna en tanques.....	15
6.2.1.- Presión interna en tanques en aguas tranquilas.....	15
6.2.2 Presión interna en tanques debida a las inercias de carga.....	15
7.- ESCANTILLONADO.....	16
7.1.- Planchas.....	16
7.1.1.- Plancha del fondo.....	16
7.1.2.- Plancha de doble fondo y tolva inferior.....	17
7.1.3.- Plancha del doble forro y tolva superior.....	17
7.1.4.- Plancha de costado por debajo de la flotación.....	18
7.1.5.- Plancha de costado por encima de la flotación y brazolas.....	18
7.1.6.- Plancha de la cubierta principal.....	18
7.1.7.- Plancha de trancanil.....	19

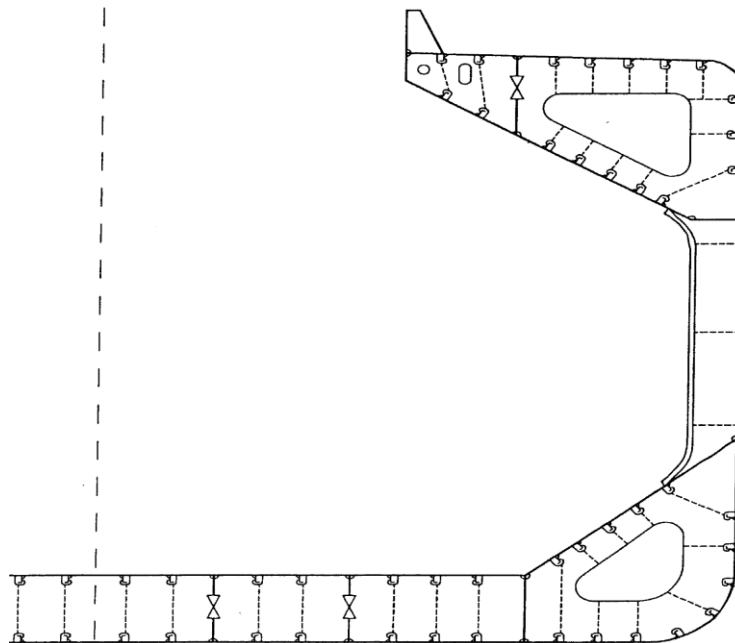
7.1.8.- Plancha del pantoque .....	19
7.1.9.- Plancha del mamparo transversal estanco en bodegas.....	21
7.1.10.- Plancha del mamparo transversal estanco en tanques de lastre .....	21
7.2.-Longitudinales de la maestra.....	22
7.2.1.- Elementos primarios.....	22
8.- ELECCIÓN DE LOS PERFILES .....	25
8.1.- Perfiles Longitudinales.....	26
8.1.1.- Longitudinales de fondo Quilla.....	26
8.1.2.- Longitudinales de Fondo .....	26
8.1.3.- Longitudinales de Pantoque .....	26
8.1.4.- Longitudinales del doble Fondo y de la tolva inferior.....	26
8.1.5.- Longitudinales de la tolva superior en costado.....	27
8.1.6.- Longitudinales de la tolva superior en forro .....	27
8.1.7.- Longitudinales en cubierta.....	27
8.1.8.- Refuerzo en brazola .....	28
8.2.- Perfiles transversales .....	28
8.2.1.- Cuadernas de bodega inundable .....	28
8.2.2.- Cuadernas de costado.....	28
8.2.3.- Baos entre escotillas .....	29
8.2.4.- Baos extremos de escotillas .....	29
8.2.5.- Bulárcamas .....	29
9.- CÁLCULO DEL MÓDULO DE INERCIA DE LA MAESTRA.....	30
ANEXO I: Plano de la cuaderna maestra .....	33
ANEXO II: .....	34

## 1.- INTRODUCCIÓN

En este cuadernillo vamos a calcular los escantillones de la cuaderna maestra del buque diseño de acuerdo con todas las especificaciones y sociedad de clasificación, en nuestro caso Bureau Veritas, y así obtener una resistencia estructural adecuada a todos los esfuerzos a los que se va a ver sometido el buque.

Comenzaremos definiendo el tipo de estructura adoptada, los materiales, y espesores de los elementos. A continuación, realizaremos un estudio detallado de la cuaderna maestra, adjuntando un plano de la misma.

Finalmente se calculan los esfuerzos a los que va a estar sometida la estructura y se comprueba que la misma cumple con los requisitos exigidos por la sociedad de clasificación. Posteriormente calcularemos el módulo resistente en el fondo y en cubierta para ver si verifica el mínimo exigido por el Reglamento, así como si las tensiones producidas por el máximo momento flector inducido en las Situaciones de Carga (Cuaderno 12) más el momento flector en olas, determinado por las Reglas, están dentro del límite máximo establecido.



**Figura 2.1.12.- Cuaderna maestra de un granelero**

## 2.- TIPO DE ESTRUCTURA

En este cuaderno se estudiará los requisitos de resistencia estructurales que ha de cumplir nuestro buque según lo estipulado por los reglamentos del Bureau Veritas. En particular para determinar el escantillonado del buque se ha seguido lo recogido en la parte B, capítulos 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 de los citados reglamentos.

El tipo de estructura adoptada para el buque proyecto es la típica en este tipo de buques graneleros, longitudinal en las zonas del doble fondo y cubierta (fondo y cubierta en zona de carga) y transversal en los costados (en costado de zona de carga y resto del buque). Además se disponen tolvas superiores e inferiores en los costados para lastre, que junto con las tolvas horizontales permiten que las bodegas sean autoestibantes.

- Fondo y Doble Fondo: estructura longitudinal para un mejor comportamiento del buque viga. En el fondo se ha previsto la instalación de longitudinales además de para resistir las cargas locales de tanques e hidrostáticas, para un adecuado dimensionamiento, ya que en esta zona se producen las mayores tensiones derivadas de la flexión global del buque. Para dar una adecuada rigidez al Doble Fondo, se dispondrán vagras y varengas. Además las varengas soportaran los esfuerzos cortantes de esta zona. La colocación de las varengas se hará de tal modo que coincidan con los mamparos estancos asegurando en su conjunto la estanqueidad y con los costados transversales de los tanques situados en el doble fondo.
- Costado: desde la parte alta del pantoque hasta la cubierta principal se utilizara estructura transversal. Por encima del puntal de la cubierta principal se utilizara estructura longitudinal. En la zona de carga se disponen bulárcamas cada tres cuadernas y en cámara de máquinas se disponen bulárcamas en todas las cuadernas.
- Cubiertas: tendrán estructura longitudinal, asegurando de este modo un adecuado comportamiento frente a flexión a la vez que facilitando grandes espacios libres para tendido de cables y tuberías.
- Pantoque: por facilidades constructivas tendrá estructura transversal, debido a las dificultades que conlleva el soldar los perfiles con ángulo sobre una plancha curvada y a veces doblemente curvada, así como la necesidad de evitar costuras en esta zona.

Como ya se comentó con anterioridad en otros cuadernos, nuestro buque será de doble casco, las ventajas que se tendrán al haber optado por el doble casco son las siguientes:

- Mejor aprovechamiento de las bodegas ya que proporcionará un mejor acceso de la carga al tener mamparos lisos que facilitan las maniobras de estiba.
- Versatilidad en la disposición de tanques de lastre y combustible que facilitarán corregir escoras en las distintas condiciones de servicio.

## 2.1.- Tipo de Acero

Como se ha dicho en cuadernos anteriores, el material que se empleará en la fabricación de esta embarcación será el acero. El tipo de acero que se empleará vendrá definido por la calidad, grado, resistencia según su espesor, localización, etc.

En el reglamento (Part. B. Ch. 4 Secc. 1), se define la calidad de acero a utilizar en los distintos elementos estructurales de acuerdo con su situación y espesores. Para la zona de buque centrada en la maestra y de extensión 0,4L se obtienen las siguientes calidades de acuerdo con unos espesores aproximados supuestos:

Miembro Estructural	Tipo
Traca de cinta	DH36
Cubierta resistente, longitudinales de cubierta	DH36
Planchas de costado por encima de la cubierta resistente	A
Forro del fondo, plancha de quilla y doble fondo	A
Pantoque y planchas de costado por debajo de la cubierta resistente	A
Miembros longitudinales bajo la cubierta principal	A
Tracas superiores de mamparos longitudinales	A
Tracas superiores de tanques	A
Longitudinales de fondo	A
Longitudinales de costado por debajo de la cubierta resistente	A
Doble casco	A

Esta tabla nos indicará los tipos de acero en función del espesor y límite elástico:

Tipo de acero	Límite Elástico ( $\text{N/mm}^2$ )	Mínima Tensión ( $\text{N/mm}^2$ )
A-B-D-E $e \leq 100 \text{ mm}$	235	400-520
AH32-DH32-EH32 $e \leq 100 \text{ mm}$	315	440-590
AH36-DH36 $e \leq 100 \text{ mm}$	355	490-620
AH40-DH40-EH40 $e \leq 100 \text{ mm}$	390	510-650

Los requerimientos del capítulo 5 del reglamento del Bureau Veritas, respecto a las características que debe cumplir el acero, están basados en un valor mínimo garantizado del límite elástico de  $235 \text{ N/mm}^2$ . Si esto no se cumple en el material utilizado, el escantillonado calculado tiene que ser corregido con el factor k, cuyos valores se recogen en la siguiente tabla:

$R_H$ , en ( $\text{N/mm}^2$ )	K
235	1
315	0,78
355	0,72
390	0,70

Además, para el cálculo de los escantillones mínimos exigidos para cada elemento estructural y el forro, el Bureau Veritas establece que al escantillonado "neto", obtenido mediante la aplicación de los criterios correspondientes, es necesario

sumar un valor para tener en cuenta la pérdida de espesor por corrosión, independientemente de la protección correspondiente que se aplique. Este valor lo indica la sociedad de clasificación (Part. B. Ch. 4. Sec. 2 Tabla 2) para poder obtener el escantillón mínimo requerido:

Compartment type		General (1)	Special cases
Ballast tank (2)		1,00	1,25 in upper zone (6)
Cargo oil tank and fuel oil tank (3)	Plating of horizontal surfaces	0,75	1,00 in upper zone (6)
	Plating of non-horizontal surfaces	0,50	1,00 in upper zone (6)
	Ordinary stiffeners and primary supporting members	0,75	1,00 in upper zone (6)
Independant tank of ships with service notation <b>liquefied gas carrier</b> (4)		0,00	
Cofferdam in cargo area of ships with the service notation <b>liquefied gas carrier</b>		1,00	
Dry bulk cargo hold (5)	General	1,00	
	Inner bottom plating	1,75	
	Side plating for single hull ship		
	Inner side plating for double hull ship		
	Sloping stool plate of hopper tanks and lower stool		
	Transverse bulkhead plating	1,00	1,50 in lower zone (7)
	Frames, ordinary stiffeners and primary supporting members		
Compartment located between independant tank and inner side of ships with the additional service feature <b>asphalt carrier</b>		1,00	
Hopper well of dredging ships		2,00	
Accommodation space		0,00	
Compartments other than those mentioned above		0,50	
Outside sea and air			
<p>(1) General: corrosion additions <math>t_c</math> are applicable to all members of the considered item with possible exceptions given for upper and lower zones.</p> <p>(2) Ballast tank: does not include cargo oil tanks which may carry ballast according to Regulation 13 of MARPOL 73/78.</p> <p>(3) For ships with the service notation <b>chemical tanker ESP</b>, the corrosion addition <math>t_c</math> may be taken equal to 0 for cargo tanks covered with a protective lining or coating (see IBC, 6).</p> <p>(4) The corrosion addition <math>t_c</math> specified for cargo tanks is to be applied when required in IGC, 4.5.2.</p> <p>(5) Dry bulk cargo hold: includes holds, intended for the carriage of dry bulk cargoes, which may carry oil or water ballast.</p> <p>(6) Upper zone: area within 1,5 m below the top of the tank or the hold. This is not to be applied to tanks in the double bottom.</p> <p>(7) Lower zone: area within 3 m above the bottom of the tank or the hold.</p>			

## 2.2.- Elección de clara de cuadernas y longitudinales

Se ha adoptado como clara de cuadernas, tomando como referencia las del buque base y buscando una uniformidad a lo largo de la eslora el valor de clara de cuadernas igual a 750 mm

Las bulárcamas, en zona de bodegas, están separadas 3 claras de cuadernas, esto es, 2250 mm. En la zona de cámara de máquinas se dispone una bulárcama en cada cuaderna.

En cuanto a los longitudinales, se ha tomado una separación entre ellos de 750 mm, para asegurar la uniformidad en la cubierta, costados y fondo.

Las vagras están separadas cada 3 longitudinales, es decir, 2250 mm.



### **3.- DEFINICIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO**

Comenzaremos definiendo los principales parámetros reglamentarios para el diseño de la estructura del buque, es decir, para el escantillonado de la maestra:

#### **3.1.- Eslora de escantillonado**

Es la distancia en metros, medida al nivel de la flotación correspondiente al francobordo de verano, entre la cara de proa de la roda y la cara de popa del codaste popel, o bien, al eje de la mecha del timón si no existe codaste popel. Esta eslora  $L$ , no deberá tomarse inferior al 96% de la eslora en la flotación de verano,  $L_{FV} = 196,55 \text{ m}$ , ni será mayor del 97% de la misma.

Quedando el intervalo donde se encuentra el valor de  $L$ :

$$0,96 \times L_{FV} \leq L \leq 0,97 \times L_{FV} \\ 188,68 \leq L \leq 190,65$$

Tomamos un valor de la eslora igual a:

$$L = 189,65 \text{ m}$$

#### **3.2.- Manga**

La manga en metros, se mide, en todos los casos, fuera de miembros en la cuaderna maestra, en la parte más ancha del buque.

$$B = 29,10 \text{ m}$$

#### **3.3.- Puntal**

El puntal, en metros, se mide en el punto medio de la eslora  $L$ , entre la cara alta de la quilla y la horizontal que pasa por la intersección con el costado de la cara alta de los baos (o de los transversales) de la cubierta completa más alta.

$$H = 17,41 \text{ m}$$

#### **3.4.- Calado**

Es el calado en la flotación de verano medido desde la línea base, pero como el disco de francobordo se va a situar en aquel punto en el que se garantice la estabilidad después de averías, escantillonado y cumplir con la reglamentación de líneas de carga, esto implica que se hay que situar el calado de escantillonado allí donde se espera cumplir las tres condiciones.

La norma de francobordo permite escantillonar hasta un determinado calado, pero si no hay estabilidad hasta ese calado se pondrá el disco más bajo y sin embargo se habrá penalizado el buque con peso en rosca fruto de un sobredimensionamiento del escantillonado, lo cual repercute en el coste de construcción y explotación del buque.

Se decide situar el calado de escantillonado a:

$$T = 12,25 \text{ m}$$

Esto proporciona un margen de 10 *cm* sobre el calado de proyecto para compensar las futuras pérdidas de espesor en las chapas y hacer la estructura más duradera.

### **3.5.- Coeficiente de bloque**

Es el coeficiente de bloque trazado para el calado de escantillonado,  $T$ , basado en la eslora reglamentaria,  $L$ . Se calcula con la siguiente expresión:

$$C_b = \frac{\Delta}{\rho \times L \times B \times T} = 0.87$$

#### 4.-MOMENTOS FLECTORES

El momento flector al que estará sometido nuestro buque estará formado por dos sumandos. Uno de estos sumandos será el momento flector vertical debido a olas, valor que vendrá definido por la reglamentación del Bureau Veritas, existirá un momento flector en arrufo y otro en quebranto. Se definirán como:

##### 4.1.- Momento flector debido a olas en quebranto

$$M'_{WH} = 190 \times F_M \times n \times C \times L^2 \times B \times C_b \times 10^{-3}$$

$$M'_{WH} = 1660125 \text{ kN} \times m$$

##### 4.2.- Momento flector debido a olas en arrufo

$$M'_{WS} = -110 \times F_M \times n \times C \times L^2 \times B \times (C_b + 0,7) \times 10^{-3}$$

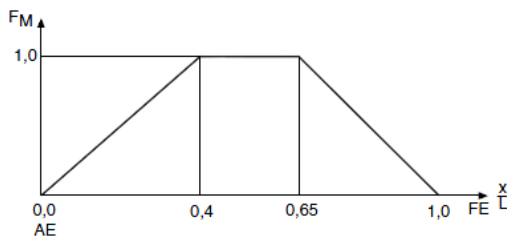
$$M'_{WS} = -1734062 \text{ kN} \times m$$

Siendo:

- C el parámetro de oleaje que como nuestro barco tendrá la eslora comprendida entre 90 m y 300 m, tomará el siguiente valor:

$$C_1 = 10,75 - \left( \frac{(300 - L)}{100} \right)^{1,5}$$

- $F_M = 1$ , es el factor de distribución, como la cuaderna maestra estará situada dentro de la zona central del buque. El valor de  $F_M$  viene definido por la gráfica siguiente:



Hull transverse section location	Distribution factor $F_M$
$0 \leq x < 0,4 L$	$2,5 \frac{x}{L}$
$0,4 L \leq x \leq 0,65 L$	1
$0,65 L < x \leq L$	$2,86 \left( 1 - \frac{x}{L} \right)$

- n, será igual que n1, y son los denominados coeficientes de navegación. Al considerar la navegación sin restricciones, por lo tanto se tomarán igual a 1 y vendrán dados por la siguiente tabla:

Navigation notation	Navigation coefficient n	Navigation coefficient $n_1$
Unrestricted navigation	1,00	1,00
Summer zone	0,90	0,95
Tropical zone	0,80	0,90
Coastal area	0,80	0,90
Sheltered area	0,65	0,80

El segundo sumando será el debido al momento vertical en aguas tranquilas, dicho valor se calculará en el cuaderno 11 y deberá ser menor que el obtenido entonces.

El reglamento del Bureau Veritas (Ch 5, sec. 2) permitirá el uso de una estimación basada en el módulo mínimo, al no tener dicho valor, mediante las expresiones siguientes:

#### **4.3.- Módulo mínimo**

Se obtendrá con la siguiente expresión:

$$W_{Min} = n_1 \times C_1 \times L^2 \times B \times (C_b + 0,7) \times k \times 10^{-6}$$

k será un coeficiente del material dependiente del límite elástico  $R_{eH}$ .

#### **4.4.- Momento vertical en aguas tranquilas en quebranto**

$$M_{wv,H} = 175 \times n_1 \times C \times L^2 \times B \times (C_b + 0,7) \times 10^{-3} - M'_{wH}$$

$$M_{wH} = 1098610 \text{ kN} \times m$$

#### **4.5.- Momento vertical en aguas tranquilas en arrufo**

$$M_{wv,S} = 175 \times n_1 \times C \times L^2 \times B \times (C_b + 0,7) \times 10^{-3} + M'_{wS}$$

$$M_{wS} = -1024673 \text{ kN} \times m$$

A partir de la distribución de peso en rosca, y para la condición de carga con bodegas alternas en la condición de llegada a puerto con coeficiente de estiba 1,80, se obtiene el valor máximo del momento flector en quebranto:

$$M_{wH} = 187340 \text{ tn} \times m = 1837805 \text{ kN} \times m$$

El valor obtenido del momento en arrufo es mayor que en cualquier situación de carga calculada en el cuadernillo 12, por lo que mantendremos su valor.

## **5.- ESFUERZO CORTANTE**

Se dividirá en aguas tranquilas y debido al oleaje. Se obtendrán de la siguiente manera:

### **5.1.- esfuerzo cortante debido al oleaje**

Se estiman con las siguientes expresiones:

- Para la fuerza cortante positiva.

$$F_{WP} = +30 \times F_1 \times C_1 \times L \times B \times (C_b + 0,7) \times 10^{-2}$$

- Para la fuerza cortante negativa.

$$F_{WN} = -30 \times F_2 \times C_1 \times L \times B \times (C_b + 0,7) \times 10^{-2}$$

Se obtienen los valores:

$$F_{WP} = +17455 \text{ kN} \qquad F_{WN} = -17455 \text{ kN}$$

Siendo:

- $F_Q = 0,7$  para la cuaderna maestra. Es un parámetro de distribución cortante en olas que se obtendrá de las siguientes tablas.

### **5.2.- esfuerzo cortante en aguas tranquilas**

A partir de la distribución de peso en rosca, y para la condición de carga con bodegas alternas en la condición de llegada a puerto con coeficiente de estiba 1,80, se obtiene el valor de la fuerza cortante que soportará la estructura del buque:

$$F_{WS} = 3935 \text{ T} \Rightarrow F_{WS} = 38602 \text{ kN}$$

## 6.- CARGAS DE DISEÑO

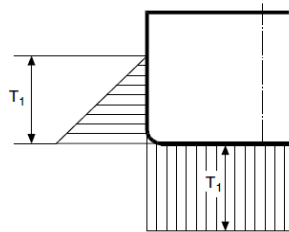
Se establecerán, para cada zona de la embarcación, dependiendo del tipo de presión a la que se encuentra sometida. En los distintos apartados se darán distintas cargas de diseño en función del esfuerzo considerado, la altura de las tracas y requerimientos definidos en el Bureau Veritas. Se deberán coger todas aquellas que suponen una mayor exigencia. Habrá que coger también una serie de casos que establece el reglamento de la sociedad de clasificación para el buque adrizado e inclinado, vendrán dados como caso a, b, c, d.

### 6.1.- Presiones marinas

Estarán divididas en presión en aguas tranquilas y presión de oleaje:

- **Presión en aguas tranquilas.** Utilizaremos la siguiente tabla para obtener su valor:

Localización	$P_s$ , presión en aguas tranquilas (kN/m <sup>2</sup> )
$z \leq 12,25$ m	$p_s = \rho \times g \times (T_1 - z)$
$z > 12,25$ m	0

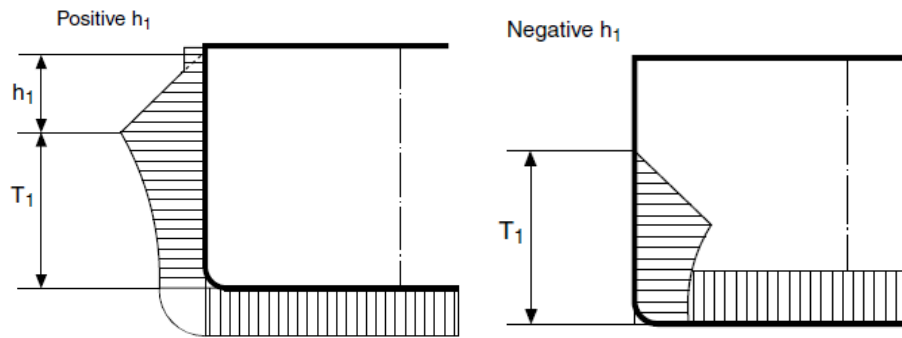


- **Presión de oleaje:** su valor estará definido por las siguientes tablas:

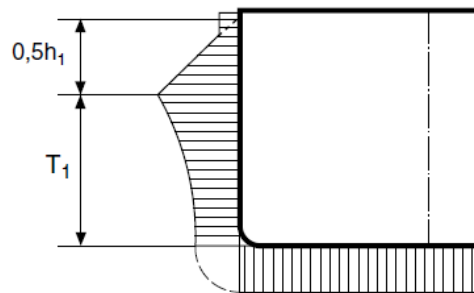
En fondo y costados, casos a y b (buque adrizado):

Location	Wave pressure $p_w$ , in kN/m <sup>2</sup>	
	Crest	Trough
Bottom and sides below the waterline ( $z \leq T_1$ )	$\rho g h e^{\frac{-2\pi(T_1 - z)}{L}}$	$-\rho g h e^{\frac{-2\pi(T_1 - z)}{L}}$ without being taken less than $\rho g (z - T_1)$
Sides above the waterline ( $z > T_1$ )	$\rho g (T_1 + h - z)$ without being taken, for case "a" only, less than $0,15 L$	0,0
<b>Note 1:</b> $h = C_{F1} h_1$ $C_{F1}$ : Combination factor, to be taken equal to: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>C_{F1} = 1,0</math> for load case "a"</li> <li><math>C_{F1} = 0,5</math> for load case "b".</li> </ul>		

Caso a: Choque en cresta o seno.



Caso b: Choque media cresta.



En cubiertas expuestas, caso a y b (buque adrizado):

Location	Wave pressure $p_w$ , in $\text{kN/m}^2$	
	Crest	Through
$0 \leq x \leq 0,5 L$	$17,5 n \varphi_1 \varphi_2$	0
$0,5 L < x < 0,75 L$	$\left\{ 17,5 + \left[ \frac{19,6 \sqrt{H_F} - 17,5}{0,25} \right] \left( \frac{x}{L} - 0,5 \right) \right\} n \varphi_1 \varphi_2$	0
$0,75 L \leq x \leq L$	$19,6 n \varphi_1 \varphi_2 \sqrt{H}$	0
<b>Note 1:</b> $H = C_{F1} \left[ 2,66 \left( \frac{x}{L} - 0,7 \right)^2 + 0,14 \right] \sqrt{\frac{VL}{C_B}} - (z - T_1)$ without being taken less than 0,8 $\varphi_1$ : Coefficient defined in Tab 2 $\varphi_2$ : Coefficient taken equal to: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\varphi_2 = 1</math> if <math>L \geq 120</math> m</li> <li><math>\varphi_2 = L/120</math> if <math>L &lt; 120</math> m</li> </ul> $H_F$ : Value of H calculated at $x = 0,75 L$ $C_{F1}$ : Combination factor, to be taken equal to: <ul style="list-style-type: none"> <li><math>C_{F1} = 1,0</math> for load case "a"</li> <li><math>C_{F1} = 0,5</math> for load case "b"</li> </ul> $V$ : Maximum ahead service speed, in knots, to be taken not less than 13 knots.		

En nuestro caso  $P_w = 17,5 \times n \times \varphi_1 \times \varphi_2$  siendo  $\varphi_1$  y  $\varphi_2$  iguales a 1.

## 6.2.- Presiones interna en tanques

### 6.2.1.- Presión interna en tanques en aguas tranquilas

Su valor se obtendrá mediante las siguientes expresiones:

$$p_s = \rho_l \times g \times (z_L - z)$$

Siendo:

$\rho_l$ , densidad del líquido que hay en el interior del tanque.

$$z_L = z_{TOP} + 0,5(z_{AP} - z_{TOP})$$

- $z_{TOP}$ , el punto más alto del tanque desde la línea base.
- $z_{AP}$ , la distancia sobre cubierta de los respiraderos del tanque desde la línea base.

### 6.2.2 Presión interna en tanques debida a las inercias de carga

Se obtendrá de las siguientes tablas:

Ship condition	Load case	Inertial pressure $p_W$ , in $\text{kN/m}^2$
Upright	"a"	No inertial pressure
	"b"	$\rho_L[0, 5a_{X1}\ell_B + a_{Z1}(z_{TOP} - z)]$
Inclined (negative roll angle)	"c"	$\rho_L[a_{TY}(y - y_H) + a_{TZ}(z - z_H) + g(z - z_{TOP})]$
	"d"	
<b>Note 1:</b> $\ell_B$ : Longitudinal distance, in m, between the transverse tank boundaries, without taking into account small recesses in the lower part of the tank (see Fig 1) $a_{TY}, a_{TZ}$ : Y and Z components, in $\text{m/s}^2$ , of the total acceleration vector defined in [1.1.3] for load case "c" and load case "d" $y_H, z_H$ : Y and Z co-ordinates, in m, of the highest point of the tank in the direction of the total acceleration vector, defined in [1.1.4] for load case "c" and load case "d".		



## 7.- ESCANTILLONADO

Se calculan a continuación los escantillones mínimos exigidos por el Bureau Veritas para cada elemento estructural y el forro. Tendremos en cuenta la pérdida de espesor por corrosión, definido en el apartado 2.

### 7.1.- Planchas

#### **7.1.1.- Plancha del fondo**

El espesor bajo el túnel central y los de tuberías, que dispone de estructura transversal, no es menor del siguiente:

$$t = 3,8 + 0,040 \times L \times k^{\frac{1}{2}} + 4,5 \times s \quad (mm)$$

Siendo:

- $k$ , el factor del material, que para 235 N/mm<sup>2</sup> es igual a 1.
- $s$ , lado más corto de la plancha entre refuerzos.

Resultando un espesor mínimo (sumándole 1,5 mm al tener en cuenta la corrosión, y multiplicándolo por 1,20 como factor de seguridad) de:

$$t = 19,51 \approx 20 \text{ mm}$$

Este valor se ha corregido para aumentar el módulo de la sección maestra, quedando un espesor final de chapa de:

$$t = 22 \text{ mm}$$

El espesor de las planchas de fondo hasta la curva del pantoque, en la zona central de  $0,4 \times L$  no es menor de:

$$t = 2,8 + 0,032 \times L \times k^{\frac{1}{2}} + 4,5 \times s \quad (mm)$$

Resultando un espesor mínimo (sumándole 1,5 mm al tener en cuenta la corrosión y multiplicándolo por 1,20 como factor de seguridad) de:

$$t = 16,49 \approx 17 \text{ mm}$$

Este valor se ha corregido para aumentar el módulo de la sección maestra, quedando un espesor final de chapa de:

$$t = 20 \text{ mm}$$

### 7.1.2.- Plancha de doble fondo y tolva inferior

El espesor neto de las planchas de doble fondo interior no es menor del siguiente:

$$t = 1,9 + 0,024 \times L \times k^{\frac{1}{2}} + 4,5 \times s$$

Resultando un espesor mínimo (sumándole 1 mm por contacto del agua de lastre, 1,75 mm al tener en cuenta la corrosión, 2 mm al ser la carga manejada por cucharas y no estar protegido por un fondo continuo de madera, y multiplicándolo por 1,20 como factor de seguridad) de:

$$t = 17,49 \approx 18 \text{ mm}$$

Este valor se ha corregido para aumentar el módulo de la sección maestra, quedando un espesor final de chapa de:

$$t = 19 \text{ mm}$$

El espesor neto de las planchas de doble fondo interior en cámara de máquinas no es menor del siguiente:

$$t = 3 + 0,024 \times L \times k^{\frac{1}{2}} + 4,5 \times s$$

Resultando un espesor mínimo (sumándole 1,75 mm al tener en cuenta la corrosión y multiplicándolo por 1,20 como factor de seguridad) de:

$$t = 15,21 \approx 16 \text{ mm}$$

### 7.1.3.- Plancha del doble forro y tolva superior

El espesor neto de las planchas de doble forro no es menor del siguiente:

$$t = 3,6 + 2,2 \times k^{\frac{1}{2}} + s$$

Resultando un espesor mínimo (sumándole 1 mm por contacto con el agua de lastre, 1,75 mm al tener en cuenta la corrosión, 2 mm al ser la carga manejada por cucharas y no estar protegido por un fondo continuo de madera, y multiplicándolo por 1,20 como factor de seguridad) de:

$$t = 13,56 \approx 14 \text{ mm}$$

Este valor se ha corregido para aumentar el módulo de la sección maestra, quedando un espesor final de chapa de:

$$t = 19 \text{ mm}$$

#### 7.1.4.- Plancha de costado por debajo de la flotación

Se utilizan para unir el doble casco en el costado. El espesor neto de las planchas de costado por debajo de la flotación no es menor del siguiente:

$$t = 2,1 + 0,031 \times L \times k^{\frac{1}{2}} + 4,5 \times s$$

Resultando un espesor mínimo (sumándole 1,5 mm al tener en cuenta la corrosión y multiplicándolo por 1,20 como factor de seguridad) de:

$$t = 15,42 \approx 16 \text{ mm}$$

Este valor se ha corregido para aumentar el módulo de la sección maestra, quedando un espesor final de chapa de:

$$t = 19 \text{ mm}$$

Se toma el mismo valor para los distintos palmejares, que van a ser planchas que refuercen el doble casco del buque en el costado.

#### 7.1.5.- Plancha de costado por encima de la flotación y brazolas

El espesor neto de las planchas de costado por encima de la flotación no es menor del siguiente:

$$t = 2,1 + 0,013 \times L \times k^{\frac{1}{2}} + 4,5 \times s$$

Resultando un espesor mínimo (sumándole 1,5 mm al tener en cuenta la corrosión y multiplicándolo por 1,20 como factor de seguridad) de:

$$t = 12,72 \approx 13 \text{ mm}$$

Para no romper la homogeneidad del casco y para reforzar la parte alta del costado se elige un espesor en calidad A de 19 mm.

La plancha de la brazola tiene un espesor (sumándole 0,5 mm por el contacto del medio exterior, 1,75 mm al tener en cuenta la corrosión, 2 mm al ser la carga manejada por cucharas y no estar protegido por un fondo continuo de madera, y multiplicándolo por 1,20 como factor de seguridad) de:

$$t = 18 \text{ mm}$$

#### 7.1.6.- Plancha de la cubierta principal

El espesor neto de las planchas de la cubierta principal no es menor del siguiente:

$$t = 1,6 + 0,032 \times L \times k^{\frac{1}{2}} + 4,5 \times s$$

Resultando un espesor mínimo (sumándole 1,5 mm al tener en cuenta la corrosión y multiplicándolo por 1,20 como factor de seguridad) de:

$$t = 14,53 \approx 15 \text{ mm} \quad (\text{Calidad DH36})$$

Este valor se ha corregido para aumentar el módulo de la sección maestra, quedando un espesor final de chapa de:

$$t = 25 \text{ mm}$$

El espesor neto de las planchas de la cubierta principal situada entre escotillas, a proa del pique de proa y a popa del pique de popa, no es menor del siguiente:

$$t = 2,1 + 0,013 \times L \times k^{\frac{1}{2}} + 4,5 \times s$$

Resultando un espesor mínimo (sumándole 1,5 mm al tener en cuenta la corrosión y multiplicándolo por 1,20 como factor de seguridad) de:

$$t = 11,28 \approx 12 \text{ mm} \quad (\text{Calidad DH36})$$

Este valor se ha corregido para aumentar el módulo de la sección maestra, quedando un espesor final de chapa de:

$$t = 15 \text{ mm}$$

#### 7.1.7.- Plancha de trancanil

Como la superestructura ocupa menos de la mitad de la eslora, la plancha del trancanil tiene un espesor como la plancha de cubierta en calidad A incrementada en 4,5 mm, resultando un espesor de:

$$t = 18,5 \text{ mm}$$

#### 7.1.8.- Plancha del pantoque

El espesor neto de las planchas del pantoque no es menor del siguiente:

$$t = 14,9 \times c_a \times c_r \times s \times \sqrt{\gamma_R \times \gamma_m \times \frac{\gamma_{S2} \times P_S + \gamma_{W2} \times P_W}{\lambda_L \times R_y}}$$

Partial safety factors covering uncertainties regarding:	Symbol	Strength check of plating subjected to lateral pressure					Buckling check
		General	Sloshing pressure	Impact pressure	Watertight bulkhead plating (1)	Testing check	
		see [3.2], [3.3.1], [3.4.1], [3.5.1] and [4]			see [3.3.2], [3.4.2] and [3.5.2]	see [3.3.3], [3.4.3], [3.5.3]	
Still water hull girder loads	$\gamma_{S1}$	1,00	0	0	1,00	N.A.	1,00
Wave hull girder loads	$\gamma_{W1}$	1,15	0	0	1,15	N.A.	1,15
Still water pressure	$\gamma_{S2}$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	N.A.
Wave pressure	$\gamma_{W2}$	1,20	1,05	1,20	1,20	N.A.	N.A.
Material	$\gamma_m$	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Resistance	$\gamma_R$	1,20	1,10	1,02	1,05 (2)	1,05	1,10
(1) Applies also to plating of bulkheads or inner side which constitute boundary of compartments not intended to carry liquids. (2) For plating of the collision bulkhead, $\gamma_R = 1,25$ <b>Note 1:</b> N.A. = not applicable							

Donde:

- $c_a = 1,21 \times \sqrt{1 + 0,33 \times \left(\frac{s}{l}\right)^2} - 0,69 \times \frac{s}{l}$ , no debe ser mayor que 1.
- $s$ , el lado más corto de la plancha.
- $l$ , el lado más largo de la plancha.
- $c_r = 1 - 0,5 \times \frac{s}{r}$ , debe ser mayor que 0,5.
- $r$ , el radio de curvatura, definido en cuaderno de formas (Apartado 3.6).
- $\gamma_R = \gamma_m = 1,02$
- $\gamma_{S2} = 1$
- $\gamma_{W2} = 1,2$
- $p_W = 0$
- $p_S = \rho_L \times g \times (T - z)$ ,  $\rho_L = 1,025 \text{ t/m}^3$ ,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- $R_Y$ , el valor que corresponde a la Figura anterior.
- $\lambda_L = \sqrt{1 - 0,95 \times \left(\gamma_m \times \frac{\sigma_{X1}}{R_Y}\right)^2} - 0,225 \times \left(\gamma_m \times \frac{\sigma_{X1}}{R_Y}\right)$
- $\sigma_{X1} = \frac{190}{k}$ , con  $k$  definido en Figura anterior.

Resultando un espesor mínimo (sumándole 1,5 mm al tener en cuenta la corrosión y multiplicándolo por 1,20 como factor de seguridad) de:

$$t = 17,84 \approx 18 \text{ mm}$$

Este valor se ha corregido para aumentar el módulo de la sección maestra, quedando un espesor final de chapa de:

$$t = 20 \text{ mm}$$

### 7.1.9.- Plancha del mamparo transversal estanco en bodegas

El espesor neto de las planchas de los mamparos transversales estancos en bodegas, no es menor del siguiente:

$$t = 2,1 + 2,2 \times k^{\frac{1}{2}} + s$$

Resultando un espesor mínimo (sumándole 1,75 mm en ambas caras al tener en cuenta la corrosión, 2 mm al ser la carga manejada por cucharas y no estar protegido por un fondo continuo de madera, y multiplicándolo por 1,20 como factor de seguridad) de:

$$t = 12,66 \approx 13 \text{ mm}$$

Los mamparos utilizados son corrugados. La expresión anterior es válida para corrugas verticales con ángulos de corruga  $\phi$  entre 57° y 90°.

### 7.1.10.- Plancha del mamparo transversal estanco en tanques de lastre

El espesor neto de las planchas de los mamparos transversales estancos en tanques de lastre, no es menor del siguiente:

$$t = 3,6 + 2,2 \times k^{\frac{1}{2}} + s$$

Resultando un espesor mínimo (sumándole 1,75 mm al tener en cuenta la corrosión y multiplicándolo por 1,20 como factor de seguridad) de:

$$t = 9,96 \approx 10 \text{ mm}$$

Resumiendo, los espesores de las planchas obtenidos son los siguientes:

	ESPESOR DE PLANCHAS (mm)	
	A	DH36
Plancha de Fondo túnel central	22	--
Plancha de Fondo	20	--
Plancha de Doble Fondo y Tolva Inferior	19	--
Plancha de Doble Fondo en Cámara de Máquinas	16	--
Plancha de Doble Forro y Tolva Superior	19	--
Plancha de Costado por debajo de flotación	19	--
Plancha de Costado por encima de flotación	19	--
Plancha de Brazolas	18	--
Plancha de la Cubierta Principal	--	25
Plancha de Cubierta Principal entre Escotillas	--	15
Plancha de Trancanil	18,5	--
Plancha del Pantoque	20	--
Plancha del Mamparo Transversal Estanco en Bodegas	13	--
Plancha del Mamparo Transversal Estanco en Tanque de Lastre	10	--

## 7.2.-Longitudinales de la maestra

El tipo de longitudinales correspondiente a cada zona de la maestra ha sido determinado calculando el módulo necesario de acuerdo con el reglamento.

La fórmula general para calcular el módulo mínimo necesario de todos los longitudinales es la siguiente:

$$W = \gamma_R \times \gamma_m \times \beta_b \times \frac{\gamma_{S2} \times P_S + \gamma_{W2} \times P_W}{12 \times (R_Y - \gamma_R \times \gamma_m \times \sigma_{X1})} \times \left(1 - \frac{s}{2 \times l}\right) \times s \times l^2 \times 10^3$$

Donde:

- $\gamma_R = \gamma_m = 1,02$
- $\beta_b = \gamma_{S2} = 1$
- $\gamma_{W2} = 1,2$
- $P_W = 0$
- $\sigma_{X1} = \frac{190}{k}$ , con  $k$  coeficiente del material
- $P_S = \rho_L \times g \times (T - z)$ ,  $\rho_L = 1,025 \text{ t/m}^3$ ,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- $R_Y$ , el valor que corresponde a la Fig. 6.2 y 6.3
- $s$ , distancia entre longitudinales.
- $l$ , luz del longitudinal.

	Wmínimo (cm4)	
	A	DH36
Longitudinal de fondo y Pantoque	1658	--
Longitudinal de doble fondo y tolva inferior	1459	--
Longitudinal de tolva superior	372	--
Longitudinal de tolva superior costado	891	--
Longitudinal de cubierta	--	207
Refuerzo en brazola	133	--

### 7.2.1.- Elementos primarios

#### 7.2.1.1.- Estructura longitudinal

Dentro de la estructura longitudinal, nos encontramos las vagras centrales y laterales.

El espesor neto de las *vagras laterales* no es menor de los siguientes:

$$t = 1,4 \times L^{\frac{1}{3}} \times k^{\frac{1}{6}}$$

$$t = 3,7 + 1,8 \times k^{\frac{1}{2}}$$

El espesor mínimo tiene un valor, sumando 1,5 *mm* por corrección de corrosión y corregido por un factor de seguridad de 1,15, de:

$$t = 11,97 \approx 12 \text{ mm}$$

El espesor de las *vagras centrales* no es menor del obtenido por la siguiente expresión:

$$t = 2 \times L^{\frac{1}{3}} \times k^{\frac{1}{6}}$$

Haciendo las mismas correcciones que el apartado anterior se obtiene:

$$t = 13,94 \approx 14 \text{ mm}$$

La eslora donde apoya la brazola debe tener este espesor:

$$t = 13,87 \approx 14 \text{ mm} \quad (\text{Calidad DH36})$$

$$t = 14,76 \approx 15 \text{ mm} \quad (\text{Calidad A})$$

Este valor se ha corregido para aumentar el módulo de la sección maestra, quedando un espesor final de chapa de:

$$t = 18 \text{ mm} \quad (\text{Calidad A})$$

#### 7.2.1.2.- Estructura transversal

Dentro de la estructura transversal nos encontramos las cuadernas, bulárcamas, varengas y baos.

De las varengas nos calcularemos su espesor, y de los demás refuerzos nos calcularemos su módulo resistente para poder elegir el perfil adecuado.

##### 7.2.1.2.1.- Varengas

La separación entre varengas bajo bodegas de carga no debe ser mayor de 3 *m*, por lo tanto, el espaciado de varengas será de una cada tres cuadernas en la zona de bodegas y una varenga en cada cuaderna en la zona de cámara de máquinas.

El espesor de las varengas no es menor del indicado en la siguiente expresión:

$$t = 1,5 \times L^{\frac{1}{3}} \times k^{\frac{1}{6}}$$

Resultando un valor mínimo, corregido por corrosión con 1,5 *mm* y con un factor de seguridad de 1,15, de:

$$t = 11,63 \approx 12 \text{ mm}$$



7.2.1.2.2.- *Modulo resistente*

El módulo resistente de las cuadernas, bulárcamas y baos, con sus planchas asociadas, no debe ser menor que el obtenido por la siguiente expresión:

$$W = \gamma_R \times \gamma_m \times \beta_b \times \lambda_b \times \frac{\gamma_{s2} \times p_s + \gamma_{w2} \times p_w}{12 \times R_y} \times \left(1 - \frac{s}{2 \times l}\right) \times s \times l^2 \times 10^3$$

Donde:

- $\gamma_R = \gamma_m = 1,02$
- $\beta_b = \gamma_{s2} = 1$
- $\gamma_{w2} = 1,2$
- $p_w = 0$
- $\lambda_b = 1,1$
- $p_s = \rho_L \times g \times (T - z)$ ,  $\rho_L = 1,025 \text{ t/m}^3$ ,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- $R_y$ , el valor que corresponde a la Fig. 6.2 y 6.3
- $s$ , distancia entre cuadernas.
- $l$ , luz del refuerzo (3500 mm).

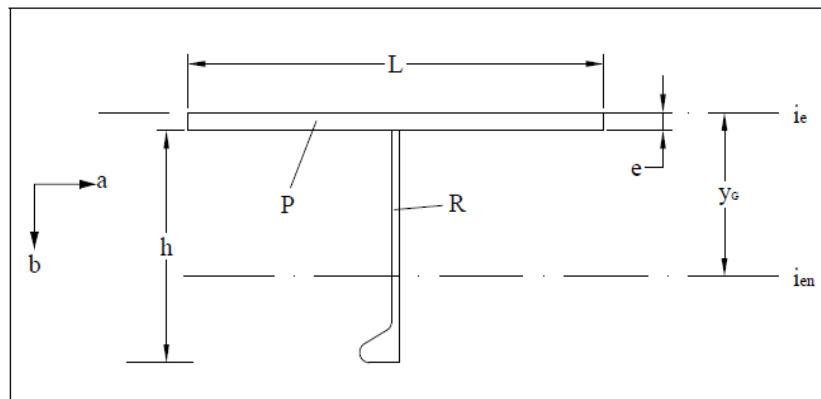
	Wmínimo (cm <sup>3</sup> )	
	A	DH36
Cuadernas Costado	436	--
Cuadernas Bodega inundable	783	--
Bularcamas	1679	--
Baos entre escotillas	481	--
Baos en extremos de escotillas	2353	--

## 8.- ELECCIÓN DE LOS PERFILES

Una vez definidos los escantillones y módulos mínimos según el reglamento de la sociedad de clasificación, se procede a calcular el tamaño de los refuerzos para cumplir con todos los requisitos.

Realizaremos los siguientes pasos:

- Se selecciona un perfil, por lo tanto se conocen sus propiedades tanto geométricas como el peso por unidad métrica (dato que no emplearemos en este cuadernillo, aunque será imprescindible para otros posteriores). Se tomarán la distancia que hay desde el centro de gravedad del perfil hasta el extremo que será soldado a la chapa, el área del perfil, así como sus dimensiones (longitud y espesor) y el momento de inercia propio del perfil.
- Se conoce el espesor así como la anchura de la plancha asociada anteriormente mencionada.
- A continuación se calcula el módulo resistente de cada perfil de llanta de bulbo con la plancha asociada del espesor que corresponda para cada longitudinal de la siguiente manera:



ELEMENTO	a (cm)	b (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	y (cm)	A*y	A*y <sup>2</sup>	h (cm)	I <sub>0</sub> (cm <sup>4</sup> )
P (plancha)	L	e	L*e	e/2	L*e <sup>2</sup> /2	L*e <sup>3</sup> /4	e	L*e <sup>3</sup> /12
R (refuerzo)	-	-	A <sub>R</sub>	y <sub>G</sub>	A <sub>R</sub> *(h+e)	A <sub>R</sub> *(h+e) <sup>2</sup>	-	I <sub>0</sub> (R)
			ΣA <sub>i</sub>		ΣA <sub>i</sub> y <sub>i</sub>	ΣA <sub>i</sub> y <sub>i</sub> <sup>2</sup>		ΣI <sub>0(i)</sub>

Donde:

$$y_G = \frac{\sum A_i \times y_i}{\sum A_i}; \quad I_{i_0} = \sum I_{0(i)} + \sum A_i \times y_i^2; \quad I_{i_{en}} = \sum I_{i_0} - (\sum A_i) \times y_G$$

$$W_{plancha} = \frac{I_{i_{en}}}{y_G} \quad y \quad W_{bulbo} = \frac{I_{i_{en}}}{h + e - y_G}$$

### 8.1.- Perfiles Longitudinales

#### 8.1.1.- Longitudinales de fondo Quilla

Debe tener un módulo resistente mínimo de 1658 cm<sup>3</sup>, elegimos un perfil HP 430x17:

Elemento	a (cm)	b (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	y (cm)	A*y	A*y <sup>2</sup>	I (cm <sup>4</sup> )
Plancha	75	2.2	165	1.1	181.5	200	67
Perfil 430x17		43	103	26.9	2770.7	74532	18860
<b>Total</b>			268		2952.2	74731	18927

I <sub>i0</sub> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>G</sub>	I <sub>en</sub> (cm <sup>4</sup> )	W(cm <sup>3</sup> )
<b>93658</b>	11,106	61138	1788

#### 8.1.2.- Longitudinales de Fondo

Debe tener un módulo resistente mínimo de 1658 cm<sup>3</sup>, elegimos un perfil HP 430x17:

Elemento	a (cm)	b (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	y (cm)	A*y	A*y <sup>2</sup>	I (cm <sup>4</sup> )
Plancha	75	2	150	1	150	150	50
Perfil 430x17		43	103	26.9	2770.7	74532	18860
<b>Total</b>			253		2920.7	74682	18910

I <sub>i0</sub> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>G</sub>	I <sub>en</sub> (cm <sup>4</sup> )	W(cm <sup>3</sup> )
<b>93592</b>	11,544	59874	1790

#### 8.1.3.- Longitudinales de Pantoque

Debe tener un módulo resistente mínimo de 1544 cm<sup>3</sup>, elegimos un perfil HP 430x17:

Elemento	a (cm)	b (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	y (cm)	A*y	A*y <sup>2</sup>	I (cm <sup>4</sup> )
Plancha	75	2	150	1	150	150	50
Perfil 430x17		43	103	26.9	2770.7	74532	18860
<b>Total</b>			253		2920.7	74682	18910

I <sub>i0</sub> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>G</sub>	I <sub>en</sub> (cm <sup>4</sup> )	W(cm <sup>3</sup> )
<b>93592</b>	11,544	59874	1790

#### 8.1.4.- Longitudinales del doble Fondo y de la tolva inferior

Debe tener un módulo resistente mínimo de 1459 cm<sup>3</sup>, elegimos un perfil HP 430x14:

Elemento	a (cm)	b (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	y (cm)	A*y	A*y <sup>2</sup>	I (cm <sup>4</sup> )
<b>Plancha</b>	75	1.8	135	0.9	121.5	109	36
<b>Perfil 430x14</b>		43	89.7	27.7	2484.69	68826	16460
<b>Total</b>			224.7		2606.19	68935	16496

I <sub>io</sub> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>G</sub>	I <sub>en</sub> (cm <sup>4</sup> )	W(cm <sup>3</sup> )
<b>85432</b>	11,599	55204	1663

#### 8.1.5.- Longitudinales de la tolva superior en costado

Debe tener un módulo resistente mínimo de 891 cm<sup>3</sup>, elegimos un perfil HP 370x13:

Elemento	a (cm)	b (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	y (cm)	A*y	A*y <sup>2</sup>	I (cm <sup>4</sup> )
<b>Plancha</b>	75	1.9	142.5	0.95	135.375	129	43
<b>Perfil 370x13</b>		37	69.7	23.54	1640.738	38623	9469
<b>Total</b>			212.2		1776.113	38752	9512

I <sub>io</sub> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>G</sub>	I <sub>en</sub> (cm <sup>4</sup> )	W(cm <sup>3</sup> )
<b>48263</b>	8,370	33397	1094

#### 8.1.6.- Longitudinales de la tolva superior en forro

Debe tener un módulo resistente mínimo de 372 cm<sup>3</sup>, elegimos un perfil HP 430x14:

Elemento	a (cm)	b (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	y (cm)	A*y	A*y <sup>2</sup>	I (cm <sup>4</sup> )
<b>Plancha</b>	75	1.9	142.5	0.95	135.375	129	43
<b>Perfil 430x14</b>		43	89.7	27.7	2484.69	68826	16460
<b>Total</b>			232.2		2620.065	68955	16503

I <sub>io</sub> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>G</sub>	I <sub>en</sub> (cm <sup>4</sup> )	W(cm <sup>3</sup> )
<b>85457</b>	11,284	55893	1663

#### 8.1.7.- Longitudinales en cubierta

Debe tener un módulo resistente mínimo de 207 cm<sup>3</sup>, elegimos un perfil HP 430x17:

Elemento	a (cm)	b (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	y (cm)	A*y	A*y <sup>2</sup>	I (cm <sup>4</sup> )
<b>Plancha DH36</b>	75	2.5	187.5	1.25	234.375	293	98
<b>430x17</b>		43	103	26.9	2770.7	74532	18860
<b>Total</b>			290.5		3005.075	74825	18958

$I_{i0}(\text{cm}^4)$	$y_G$	$I_{en}(\text{cm}^4)$	$W(\text{cm}^3)$
93782	10,344	62696	1783

### 8.1.8.- Refuerzo en brazola

Debe tener un módulo resistente mínimo de 133 cm<sup>3</sup>, elegimos un perfil HP 180x8:

Elemento	a (cm)	b (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	y (cm)	A*y	A*y <sup>2</sup>	I (cm <sup>4</sup> )
Plancha	145	1.8	261	1.1	287.1	316	70
180x8		18	18.9	12.3	232.47	2859	609
<b>Total</b>			279.9		519.57	3175	679

$I_{i0}(\text{cm}^4)$	$y_G$	$I_{en}(\text{cm}^4)$	$W(\text{cm}^3)$
3855	1,856	2890	161

## 8.2.- Perfiles transversales

### 8.2.1.- Cuadernas de bodega inundable

Debe tener un módulo resistente mínimo de 783 cm<sup>3</sup>, elegimos un perfil HP 340x12:

Elemento	a (cm)	b (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	y (cm)	A*y	A*y <sup>2</sup>	I (cm <sup>4</sup> )
Plancha	75	1.3	97.5	0.65	63.375	41	14
340x12		34	58.84	21.69	1276.2396	27682	6753
<b>Total</b>			156.34		1339.6146	27723	6767

$I_{i0}(\text{cm}^4)$	$y_G$	$I_{en}(\text{cm}^4)$	$W(\text{cm}^3)$
34490	8,569	23011	861

### 8.2.2.- Cuadernas de costado

Debe tener un módulo resistente mínimo de 436 cm<sup>3</sup>, elegimos un perfil HP 320x12:

Elemento	a (cm)	b (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	y (cm)	A*y	A*y <sup>2</sup>	I (cm <sup>4</sup> )
Plancha	75	1.5	112.5	0.75	84.375	63	21
320x12		34	54.2	21.5	1165.3	25054	5530
<b>Total</b>			166.7		1249.675	25117	5551

$I_{i0}(\text{cm}^4)$	$y_G$	$I_{en}(\text{cm}^4)$	$W(\text{cm}^3)$
30668	7,497	21300	761

### 8.2.3.- Baos entre escotillas

Debe tener un módulo resistente mínimo de 481 cm<sup>3</sup>, elegimos un perfil HP 280x11:

Elemento	a (cm)	b (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	y (cm)	A*y	A*y <sup>2</sup>	I (cm <sup>4</sup> )
Plancha	220	1.5	330	0.75	247.5	186	62
280x11		28	42.68	17.44	744.3392	12981	3333
<b>Total</b>			372.68		991.8392	13167	3395

$I_{i0}(\text{cm}^4)$	$y_G$	$I_{en}(\text{cm}^4)$	$W(\text{cm}^3)$
16562	2,661	13922	519

### 8.2.4.- Baos extremos de escotillas

Debe tener un módulo resistente mínimo de 2353 cm<sup>3</sup>, elegimos un perfil HP 430x21:

Elemento	a (cm)	b (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	y (cm)	A*y	A*y <sup>2</sup>	I (cm <sup>4</sup> )
Plancha	6000	1.5	9000	1.1	9900	10890	1688
430x21		43	120	27.5	3300	90750	21950
<b>Total</b>			9120		13200	101640	23638

$I_{i0}(\text{cm}^4)$	$y_G$	$I_{en}(\text{cm}^4)$	$W(\text{cm}^3)$
125278	1,447	106172	2466

### 8.2.5.- Bulárcamas

Debe tener un módulo resistente mínimo de 1679 cm<sup>3</sup>, elegimos un perfil HP 430x14:

Elemento	a (cm)	b (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	y (cm)	A*y	A*y <sup>2</sup>	I (cm <sup>4</sup> )
Plancha	170	1.5	255	0.75	191.25	143	48
430x14		43	89.7	27.7	2484.69	68826	16460
<b>Total</b>			344.7		2675.94	68969	16508

$I_{i0}(\text{cm}^4)$	$y_G$	$I_{en}(\text{cm}^4)$	$W(\text{cm}^3)$
85477	7,763	64704	1761

### 9.- CÁLCULO DEL MÓDULO DE INERCIA DE LA MAESTRA.

Una vez calculados todos los perfiles, calcularemos el módulo de inercia de la media sección de la cuaderna maestra. Para ellos se supone la posición del eje neutro sobre la línea base inicialmente.

$$y_G = \frac{\sum A_i \times y_i}{\sum A_i} \quad I_{i_0} = \sum I_{0(i)} + \sum A_i \times y_i^2 \quad I_{i_{en}} = \sum I_{i_0} - (\sum A_i) \times y_G$$

	Sec. Media	Maestra
$I_{i_0}$	2196955	4393910
$y_G$	7.505	7.505
$I_{en}$	1006766	2013532

Con el valor del módulo de inercia de la media sección podremos calcular el módulo resistente de la cuaderna maestra en la cubierta y el fondo:

$$W = \frac{I_{i_{en}}}{y_G}$$

	Sec. Media	Maestra
$W_{CUBIERTA}$	101638	203276
$W_{FONDO}$	134154	268307

Según lo calculado en el apartado 4 del presente cuadernillo, hemos calculado el módulo mínimo según el reglamento de la sociedad de clasificación (Part B Ch. 6 Sec. 2) que tiene que cumplir la sección maestra:

$$W_{Min} = n \times C_1 \times L^2 \times B \times (C_b + 0,7) \times k \times 10^{-6} \text{ en } m^3$$

Para el buque proyecto se obtiene un valor, en acero de **calidad A**, de:

$$W_{Min} = 15,76 \text{ m}^3 = 157642 \text{ cm}^2 \times m$$

Y en acero de **calidad DH36**:

$$W_{Min} = 11,35 \text{ m}^3 = 113502 \text{ cm}^2 \times m$$

Además, el módulo no debe ser menor que el valor obtenido por la siguiente expresión:

$$W_{\min} = \frac{M_{a.t} + M_{olas}}{\frac{175}{k}} \times 10^{-3} \quad \text{en } m^3$$

Y con los valores calculados en el apartado 4, y separando para las condiciones de arrufo y quebranto, obtenemos los siguientes valores:

$$W = 19,98 \quad m^3 = 199881 \, cm^2 \times m$$

$$W(-) = -4,05 \quad m^3 = -40536 \, cm^2 \times m$$

Por lo que el módulo mínimo resistente en la maestra es:

$$W_{\min} = 19,98 \quad m^3 = 199881 \, cm^2 \times m$$

De los cálculos realizados anteriormente se obtienen los valores del módulo de la maestra en cubierta y fondo, resultando:

$$W_{CUBIERTA} = 203276 \, cm^2 \times m$$

$$W_{FONDO} = 268307 \, cm^2 \times m$$

En todos los casos, el módulo requerido por la sociedad de clasificación es menor que estos valores, **con lo que se cumplen los requisitos exigidos de escantillonado y de módulo resistente de la maestra.**

Además se ha de cumplir las exigencias de la sociedad de clasificación en cuanto al momento de inercia mínimo de la sección maestra. Este viene definido por la expresión:

$$I_{\min} = 3 \times W_{\min} \times L \times 10^{-2}$$

$$I_{\min} = 1137227 \, cm^2 \times m^2$$

Para el buque proyecto, el valor calculado en el Anexo II es:

$$I_{MAESTRA} = 2013532 \, cm^2 \times m^2$$

**Valor superior al obtenido anteriormente y por lo tanto se cumple con todos los requisitos de la sociedad de clasificación.**



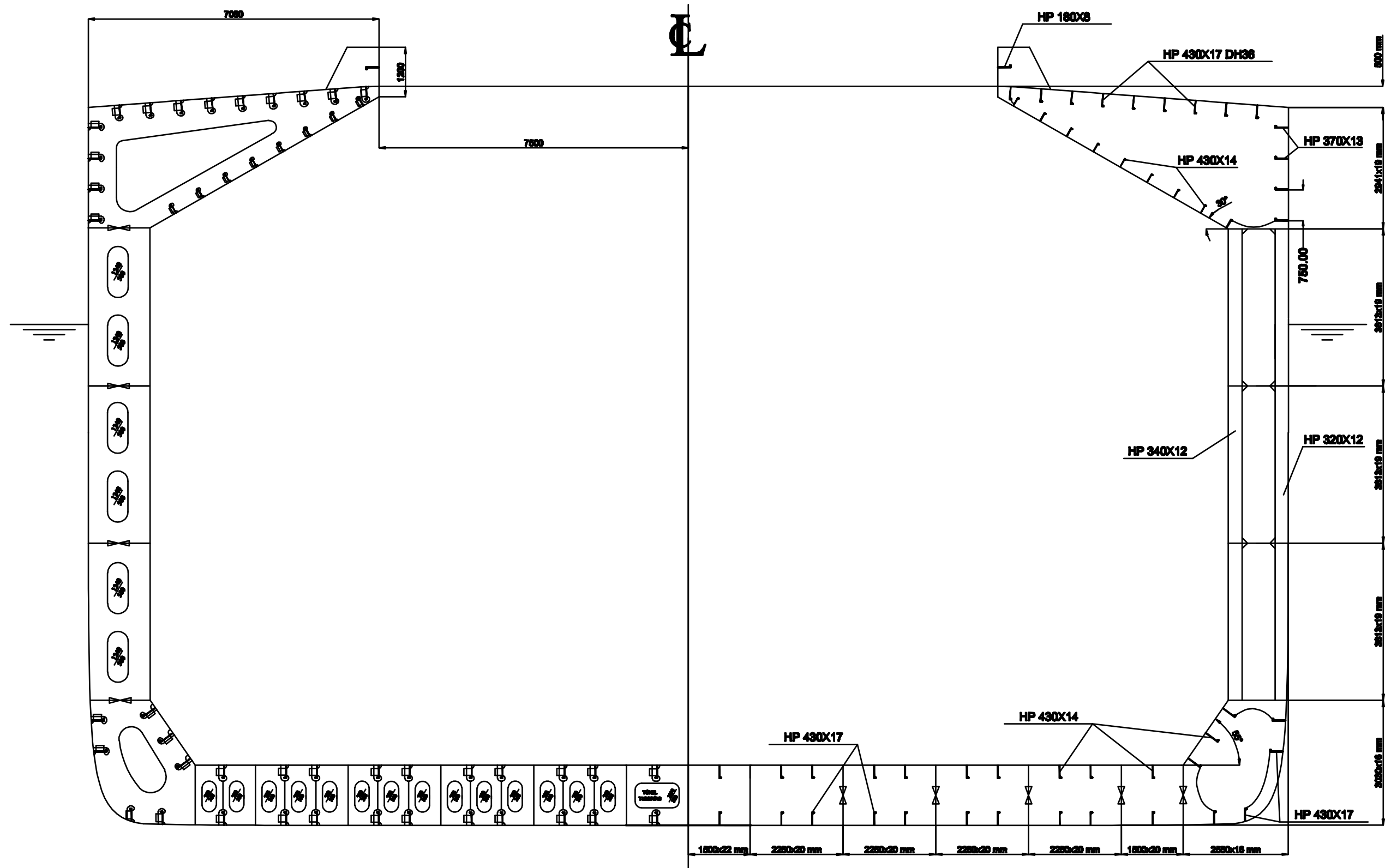
# ANEXOS

**ANEXO I: Plano de la cuaderna maestra**

**ANEXO II:**

Elemento	a (cm)	b (cm)	Ud.	Área (cm <sup>2</sup> )	y (m)	A*y	A*y*y	I (cm <sup>2</sup> xm <sup>2</sup> )
Plancha Fondo Quilla	150	2.2	1	330	0.022	7	0.16	0.013
Plancha Fondo	1050	2	1	2100	0.02	42	0.84	0.070
Plancha Pantoque	2	481	1	962	2.405	2314	5564.23	1854.744
Plancha Costado Bajo Flotación	1.9	912	1	1732.8	7.59	13152	99823.32	12010.383
Plancha Costado Encima Fotación	1.9	526	1	999.59	14.78	14774	218373.61	2305.564
Plancha Cubierta	704	2.5	1	1760	17.66	31082	548901.06	0.092
Plancha Brazola Escotilla	1.8	120	1	216	18.25	3942	71941.50	25.920
Plancha Forro Tolva Alta	1.9	644	1	1223.6	15.81	19345	305846.28	4228.925
Plancha Forro Costado	1.9	1144	1	2173.6	8.75	19019	166416.25	23705.571
Plancha Forro Tolva Baja	1.9	191	1	362.9	2.24	813	1820.89	110.325
Plancha Doble Fondo	1200	1.9	1	2160	1.559	3367	5249.84	0.058
Vagras Centrales	1.4	155	1	217	0.78	169	131.85	43.445
Vagras Laterales	1.2	155	5	930	0.78	725	565.09	37.239
Palmejar Tolva Alta	150	1.9	1	285	14.47	4124	59673.56	0.009
Palmejar Costado Superior	150	1.9	1	285	10.66	3037	32367.92	0.009
Palmejar Costado Inferior	150	1.9	1	285	6.78	1932	13100.99	0.009
Palmejar Tolva Baja	150	1.9	1	285	3.03	864	2616.56	0.009
Trancanil	75	1.85	1	138.75	17.42	2417	42100.95	0.004
Eslora Brazola Escotilla	1.8	26	1	46.8	17.8	833	14828.11	0.264
Longitudinal Brazola HP 180x8		18	1	18.9	18.01	340	6130.41	0.061
Longitudinal Quilla HP 430x17		43	1	103	0.291	30	8.72	1.886
Longitudinal Fondo HP 430x17		43	9	927	0.289	268	77.42	16.974
Longitudinal Pantoque HP 430x17		43	4	412	2.405	991	2383.02	7.544
Longitudinal Doble Fondo HP 430x14		43	10	897	1.282	1150	1474.24	16.460
Longitudinal Tolva Baja HP 430x14		43	3	269.1	2.24	603	1350.24	4.938
Longitudinal Costado Encima de Flotación HP 370x13		37	4	278.8	14.78	4121	60903.41	3.788
Longitudinal Forro Tolva Alta HP 430x14		43	9	807.3	15.81	12763	201789.56	14.814
Longitudinal Cubierta HP 430x17		43	9	927	17.66	16371	289108.68	16.974
<b><u>TOTAL</u></b>				<b>21133.14</b>	<b>233.6</b>	<b>158595</b>	<b>2152548.71</b>	<b>44406.090</b>





ESPESORES DE PLANCHAS

FONDO:	20 mm
QUILLA:	22 mm
PANTOQUE:	20 mm
COSTADO:	19 mm
CUBIERTA:	25 mm
DOBLE FONDO:	19 mm
FORRO COSTADO:	19 mm
VAGRAS LATERALES:	12 mm
VAGRAS CENTRALES:	14 mm
TOLVAS SUPERIORES:	19 mm
TOLVAS INFERIORES:	19 mm
PALMEJARES:	19 mm
BRAZOLAS:	18 mm

DIMENSIONES PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	207,37 m
ESLORA ENTRE PP.	195,23 m
ESLORA ESCANTILLONADO	189,65 m
MANGA DE TRAZADO	29,10 m
PUNTAL	17,41 m
CALADO DE PROYECTO	12,15 m
CALADO DE ESCANTILLONADO	12,25 m
COEFICIENTE DE BLOQUE	0,850
COEF. BLOQ. ESCANTILLONADO	0,870
ESPACIADO CUADERNAS	0,750 mm
ESPACIADO LONGITUDINALES	0,750 mm
ESPACIADO BULÁRCAMAS	2250 mm

MÓDULOS DE RESISTENCIA

MÓDULO MÍNIMO	19,98 m3
MÓDULO EN CUBIERTA	20,32 m3
MÓDULO EN FONDO	26,83 m3

TIPOS DE ACERO

CUBIERTA RESISTENTE	DH36
LONGITUDINALES DE CUBIERTA	DH36
TRACAS DE CINTA	DH36
RESTO	A

E.T.S.I.N. /PROYECTO FIN DE CARRERA 59	
GRANELERO 50.000 TPM	ESCALA 1/100
JÉSSICA LIVIANO RODRÍGUEZ JESÚS RODRÍGUEZ MAESTRE	
CUADERNA MAESTRA	

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS NAVALES**



PROYECTO Nº 59

# **GRANELERO 50.000 TPM**

## **CUADERNO 11**

**PESOS Y C.D.G DEL BUQUE EN ROSCA**

**TUTOR:**

**D. SEBASTIÁN JOSÉ ABRIL PÉREZ**

**REALIZADO POR:**

**D. JÉSSICA LIVIANO RODRÍGUEZ  
D. JESÚS RODRÍGUEZ MAESTRE**

ÍNDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2.- PESO DE ACERO .....</b>	<b>5</b>
2.1.- Peso de acero continuo .....	5
2.1.1.- Peso del acero continuo longitudinal .....	5
2.1.2.- Peso del acero continuo transversal .....	6
2.1.3.- Resumen peso total del acero continuo .....	8
2.2.- Pesos locales de acero .....	9
2.2.1.- Peso de los Mamparos transversales .....	9
2.2.1.1.- Mamparos planos .....	9
2.2.1.2.- Mamparos corrugados .....	10
2.2.2.- Superestructura de popa .....	10
2.2.3.- Guardacalor y chimenea .....	11
2.2.4.- Castillo de proa .....	11
2.2.5.- Piques de popa y proa .....	12
2.2.6.- Tanques no estructurales .....	12
2.3.- Peso total del acero .....	12
<b>3.- PESO DE LA MAQUINARIA .....</b>	<b>14</b>
3.1.- Peso maquinaria propulsora .....	14
3.1.1.- Peso del motor principal .....	14
3.1.2.- Peso restante de la máquina propulsora .....	14
3.2.- Peso de la maquinaria restante .....	15
3.3.- Peso total de la maquinaria .....	15
<b>4.- PESO DE EQUIPO Y HABILITACIÓN .....</b>	<b>16</b>
4.1.- Peso del equipo de fondeo y amarre .....	16
4.2.- Peso del equipo de salvamento y contra incendios .....	16
4.2.2.- Peso del equipo de salvamento .....	16
4.2.1.- Peso del equipo contra incendios .....	16
4.3.- Peso de la protección anticorrosiva .....	17
4.3.1. Peso de la pintura del buque .....	17
4.3.2.- Protección catódica del buque .....	17
4.4.- Peso del equipo de gobierno .....	17
4.5.- Peso del equipo de los servicios de elevación .....	18
4.5.1.- Peso de grúas .....	18

4.5.2.- Peso de los polines de las grúas.....	18
4.5.3.- Peso del ascensor .....	18
4.6.- Peso del equipo de los servicios de acceso.....	19
4.6.1.- Peso de las escalas reales .....	19
4.6.2.- Peso de las escalas del práctico .....	19
4.6.3.- Peso de registros y escalas verticales.....	19
4.6.4.- Peso de puertas de acero .....	19
4.6.5.- Peso de portillos y ventanas.....	20
4.6.6.- Peso de escaleras exteriores .....	20
4.6.7.- Peso de las barandillas.....	20
4.7.- Peso del equipo del servicio de carga.....	20
4.7.1.- Peso de las escotillas de acceso a bodegas .....	20
4.7.2.- Peso del equipo de acondicionamiento de bodegas.....	20
4.7.3.- Peso de los cierres de las escotillas de carga.....	21
4.8.- Peso del equipo del servicio de habilitación.....	21
4.9.- Peso del equipo de navegación.....	22
4.10.- Peso total de equipo y habilitación .....	22
<b>5.- PESO EN ROSCA .....</b>	<b>23</b>



## **1.- INTRODUCCIÓN**

En este cuadernillo se calculará el peso del buque en rosca y se determinará la situación del centro de gravedad del mismo. Dicho cálculo se realiza de forma estimativa, siendo su valor real conocido durante la prueba de estabilidad del buque.

El peso en rosca del buque se descompondrá en tres grupos:

- Peso del acero.
- Peso de la maquinaria.
- Peso del equipo y la habilitación.

Una vez obtenidas todas las partidas anteriores se sumarán para obtener así el peso en rosca y se añadirá un margen de seguridad por aquellas partidas no recogidas.

El cálculo de la abscisa del centro de gravedad se hace de manera directa conociendo para cada partida la posición de ésta y componiendo las distintas partidas se obtiene el definitivo.

La posición de la ordenada del centro de gravedad, en el caso del acero continuo se calcula de la misma forma que la abscisa, en otros casos se estima, o bien se calcula como es el caso del equipo utilizando las fórmulas propuestas por el Sr. Meizoso y el Sr. Garcés.

El centro de gravedad final del buque en rosca vendrá como resultado de componer los obtenidos de los tres grupos.

En cuanto a los centros de gravedad que hemos calculado, hay que tener en cuenta que tienen las coordenadas referidas siempre a la perpendicular de popa y a la línea base respectivamente.

## **2.- PESO DE ACERO**

Para realizar el cálculo del peso del acero vamos a distinguir entre el peso del acero continuo y los pesos locales de acero. Para cada uno, tendremos en cuenta las siguientes consideraciones:

- Peso del acero continuo: tanto longitudinal como transversal, se utiliza el método de Aldwinckle.
- Pesos locales de acero: Aquí se incluye mamparos transversales, piques de proa y popa, guardacalor chimenea, superestructuras, etc. Se utilizan diversas fórmulas que dependen del tipo de buque y del espacio considerado.

### **2.1.- Peso de acero continuo**

Como hemos comentado anteriormente, utilizaremos el método de Aldwinckle (por escantillonado de la maestra), que extrapola el peso del acero continuo a lo largo del buque a partir del peso en la maestra.

Una vez más dividiremos el peso de acero continuo en longitudinal y transversal:

#### **2.1.1.- Peso del acero continuo longitudinal**

Siguiendo este método se divide el buque en 20 secciones a partir de las que se obtienen valores de peso por unidad de longitud. En la cuaderna maestra se obtiene el peso por unidad de longitud,  $(WL)_{10}$ , multiplicando área del acero de la sección maestra por la densidad del acero.

En cualquier otra sección,  $i$ , el peso por unidad de longitud,  $(WL)_i$ , se obtiene mediante la expresión:

$$(WL)_i = G(i)^{m(i)} \times (WL)_{10} \frac{T}{m}$$

Siendo:

- $G(i) = \frac{2P(i)}{2P(10)}$
- $2P(i)$ , el perímetro de la sección  $i$ .
- $m(i)$ , valor tabular para cada sección dado en el método Aldwinckle.
- $(WL)_{10} = A(10) \times \rho_{ACERO}$
- $A(10)$ , el área de la maestra.

En la tabla que se expone a continuación se realiza un desglose de la estimación de peso de media cuaderna maestra, ya que en el caso del buque proyecto la sección es simétrica respecto del plano de crujía, y teniendo en cuenta que la densidad del acero es:

$$\rho_{acero} = 7,850 T / m^3$$

Considerando las dos secciones de la maestra, resulta un peso longitudinal unitario de:

$$(Wl)_{10} = 25,05 \text{ } t/m$$

Por lo tanto, con lo anterior se tiene la siguiente tabla que presenta los pesos longitudinales por metro para cada sección:

Cuaderna	Abcisa Xg (m)	Perímetro (m)	G(i)	m(i)	(Wl) <sub>i</sub> (T/m)
0 (Ppp)	0.000	50.220	0.544	3.45	3.067
1	9.762	68.255	0.739	3.30	9.249
2	19.523	74.688	0.809	2.67	14.228
3	29.285	80.234	0.869	2.21	18.375
4	39.046	85.158	0.923	1.60	22.017
5	48.808	88.645	0.960	1.29	23.774
6	58.569	90.350	0.979	1.00	24.517
7	68.331	91.680	0.993	1.00	24.878
8	78.092	92.190	0.999	1.00	25.016
9	87.854	92.310	1.000	1.00	25.049
10	97.615	92.310	1.000	1.00	25.049
11	107.377	92.310	1.000	1.00	25.049
12	117.138	92.310	1.000	1.00	25.049
13	126.900	92.310	1.000	1.00	25.049
14	136.661	92.190	0.999	7.00	24.822
15	146.523	91.680	0.993	6.77	23.914
16	156.184	90.241	0.978	6.00	21.864
17	165.946	88.652	0.960	4.67	20.739
18	175.707	85.223	0.923	3.31	19.229
19	185.469	77.920	0.844	2.36	16.792
20 (Ppr)	195.230	33.623	0.364	1.88	3.752

### 2.1.2.- Peso del acero continuo transversal

En este caso se actúa de forma análoga al caso del peso longitudinal continuo, pero considerando los elementos transversales.

$$(Wr)_i = Q(i)^{p(i)} \times (Wr)_{10} \text{ } T/m$$

Siendo:

- $Q(i) = \frac{A(i)}{A(10)}$
- $A(i)$ , el área de la sección  $i$ .
- $p(i)$ , valor tabular para cada sección dado en el método Aldwinckle.
- $(Wr)_{10} = A(i) \times \rho_{acero} \text{ } t/m$ , el peso transversal de la cuaderna maestra.
- $A(10)$ , el área de la maestra.

Considerando las dos secciones de la maestra, resulta un peso transversal unitario de:

$$(Wr)_{10} = 11,98 \text{ } t/m$$

ELEMENTO	Dimensiones (cm)			Volumen (m3)	Peso (T)	Peso (T/m)
Cubierta entre escotillas	14550	1.1	600	9.603	75.38	0.518
Bao normal	14550	28	1.1	0.448	3.52	0.024
Bao extremo de escotilla	14550	43	2.1	1.314	10.31	0.071
Brazola transversal	750	145	1.4	0.152	1.20	0.159
Bulárcama de costado	43	1143.9	1.4	0.069	0.54	1.257
Bulárcama de doble casco	43	1143.9	1.4	0.069	0.54	1.257
Cuaderna de costado	32	1143.9	1.2	0.044	0.34	1.078
Cuaderna de doble casco	34	1143.9	1.2	0.047	0.37	1.078
Varenga	14550	155	1.2	2.706	21.24	0.146
Consolas	-	-	-	0.067	0.53	0.400
$(Wr)_{10}$					113.97	5.988

Por lo tanto, con lo anterior se tiene la siguiente tabla que presenta los pesos transversales por metro para cada sección:

Cuaderna	Abcisa Xg (m)	Área (m2)	Q(i)	p(i)	$(Wr)_i$ (Tn/m)
0 (Ppp)	0.000	116.690	0.240	0.50	5.866
1	9.762	261.763	0.538	0.65	8.006
2	19.523	349.290	0.718	0.78	9.250
3	29.285	411.066	0.845	0.88	10.327
4	39.046	451.626	0.929	0.94	11.169
5	48.808	472.285	0.971	0.99	11.632
6	58.569	481.832	0.991	1.00	11.863
7	68.331	484.373	0.996	1.00	11.926
8	78.092	485.896	0.999	1.00	11.963
9	87.854	486.400	1.000	1.00	11.976
10	97.615	486.400	1.000	1.00	11.976
11	107.377	486.400	1.000	1.00	11.976
12	117.138	486.400	1.000	1.00	11.976
13	126.900	486.400	1.000	1.00	11.976
14	136.661	483.190	0.993	1.00	11.897
15	146.523	474.930	0.976	0.99	11.696
16	156.184	454.800	0.935	0.94	11.243
17	165.946	412.490	0.848	0.88	10.359
18	175.707	383.590	0.789	0.78	9.951
19	185.469	261.799	0.538	0.65	8.006
20 (Ppr)	195.230	53.479	0.110	0.50	3.971

### 2.1.3.- Resumen peso total del acero continuo

Para estimar el peso de acero continuo, se han integrado las curvas utilizando el método de Simpson:

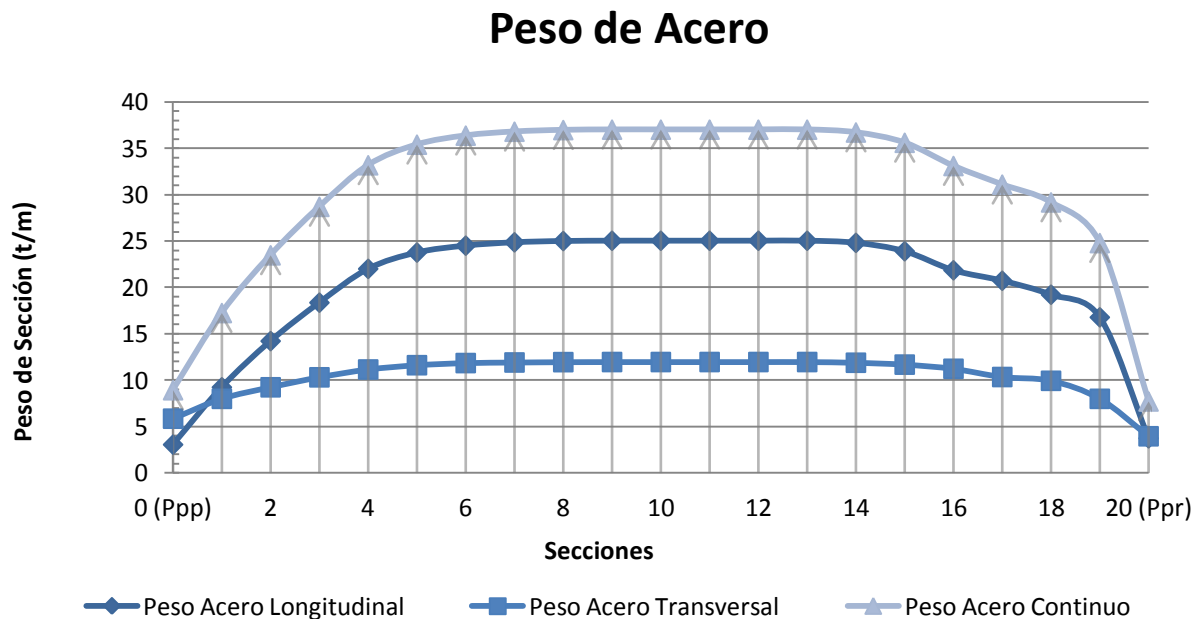
$$W_{A.Continuo} = \frac{h}{3} \times (W(0) + 4 \times W(1) + 2 \times W(2) + 4 \times W(3) + \dots + 2 \times W(20))$$

Donde:

- $h$ , el paso de integración (8,284).
- $W(i)$ , el peso de acero de la sección  $i$ -ésima, en  $\text{Ton}/\text{m}$ .

Resultando un peso de acero del casco:

$$P_{Acero.Continuo} = 6226,6 \text{ Ton}$$



Para la estimación de la posición longitudinal del centro de gravedad del acero continuo se aplica la siguiente fórmula:

$$X_g = \frac{\sum_{i=0}^{20} (X_g(i) \times W(i))}{\sum_{i=0}^{20} W(i)}$$

Siendo:

- $X_g(i)$ , la posición longitudinal del centro de gravedad de la sección  $i$ -ésima, en metros.

Obteniéndose:

$$X_g = 99,46 \text{ m}$$

Para la estimación de la posición vertical del centro de gravedad del acero continuo se aplica la siguiente fórmula:

$$Z_g = \frac{\sum_{i=0}^{20} (Z_g(i) \times W(i))}{\sum_{i=0}^{20} W(i)}$$

Siendo:

- $Z_g(i)$ , la posición vertical del centro de gravedad de la sección  $i$ -ésima, en metros.

Obteniéndose:

$$Z_g = 9,20 \text{ m}$$

## **2.2.- Pesos locales de acero**

En los pesos locales de acero se incluye mamparos transversales, piques de proa y popa, guardacalor chimenea, superestructuras, etc. Se utilizarán diversas fórmulas que dependen del tipo de buque y del espacio considerado.

### **2.2.1.- Peso de los Mamparos transversales**

Para la estimación de los pesos de mamparos transversales se utiliza la siguiente expresión:

$$W = a \times B^b \times D^c \times R^d$$

Donde:

- $a$ , es un coeficiente que toma el valor de 0,0141 (0,0258 para mamparos corrugados).
- $b = 1,2$ .
- $c = 1,6$ .
- $d = 1$ .
- $B$ , es la manga de trazado.
- $D$ , el puntal de trazado.
- $R$ , la relación entre áreas del mamparo y la cuaderna maestra.

#### *2.2.1.1.- Mamparos planos*

En este caso se distinguen los mamparos planos del pique de popa, de proa de cámara de máquinas, popa de la bodega n° 7 y del pique de proa.

Se presentan los valores correspondientes a pesos y centros de gravedad:

MAMPAROS PLANOS	Área (m2)	R	W (Tn)	Xg (m)	Zg (m)
Pique de proa	252	0.52	40.341	186.000	10.530
Popa cámara de máquinas	281	0.58	44.966	9.000	11.042
Proa cámara de máquinas	412	0.85	65.928	32.250	9.382
Popa Bodega N° 7	433	0.89	69.218	33.750	9.337
Pique de popa	231	0.47	36.965	7.500	11.497
<b>TOTAL:</b>			<b>257.418</b>		

Los mamparos planos tienen un peso total de 257 *t*, situados en:

$$X_g = 49,133 \text{ m}$$

$$Z_g = 10,143 \text{ m}$$

#### 2.2.1.2.- Mamparos corrugados

En este caso se distinguen los mamparos de proa de las bodegas n° 5, n° 4, n° 3 y n° 2. Se presentan los valores correspondientes a pesos y centros de gravedad:

MAMPAROS CORRUGADOS	Área (m2)	R	W (Tn)	Xg (m)	Zg (m)
Proa bodega N° 7	478	0.98	139.960	55.500	8.982
Proa bodega N° 6	485	1.00	142.010	77.250	8.931
Proa bodega N° 5	486	1.00	142.302	99.000	8.926
Proa bodega N° 4	486	1.00	142.302	120.750	8.926
Proa bodega N° 3	478	0.98	139.960	142.500	8.934
Proa bodega N° 2	405	0.83	118.585	164.250	9.007
<b>TOTAL:</b>			<b>825.119</b>		

Los mamparos corrugados tienen un peso total de 825,119 *t*, situado en:

$$X_g = 108,385 \text{ m}$$

$$Z_g = 8,949 \text{ m}$$

#### 2.2.2.- Superestructura de popa

En este caso se utiliza la siguiente expresión:

$$W = a \times V^b$$

Donde:

- El coeficiente *a*, toma el valor 0,13.
- El coeficiente *b*, el valor 1.
- *V*, es el volumen de la superestructura en metros cúbicos.

Situación	Volumen (m <sup>3</sup> )	Abscisa X <sub>g</sub> (m)	Ordenada Z <sub>g</sub> (m)
Cubierta Principal	987,25	18,520	16,93
Cubierta A	986,15	18,691	19,43
Cubierta B	658,37	22,884	21,93
Cubierta C	658,37	22,884	24,43
Cubierta D	658,37	22,884	26,93
Cubierta Puente	828,1	23,204	29,43
<b>TOTAL:</b>	<b>4776,61</b>	<b>21,172</b>	<b>22,714</b>

La superestructura tiene un peso total de 621 *t*, situado en:

$$X_g = 21,17 \text{ m}$$

$$Z_g = 22,71 \text{ m}$$

### 2.2.3.- Guardacalor y chimenea

Para este caso se utiliza la expresión:

$$W = a \times V^b$$

- El coeficiente *a*, toma el valor 0,13.
- El coeficiente *b*, el valor 1.
- *V*, es el volumen en metros cúbicos (802,15 *m*<sup>3</sup>).

El guardacalor y la chimenea tienen un peso total de 104.3 *t*, situado en:

$$X_g = 12,75 \text{ m}$$

$$Z_g = 20,63 \text{ m}$$

### 2.2.4.- Castillo de proa

Se utiliza la expresión:

$$W = a \times V^b$$

- El coeficiente *a*, toma el valor 0,13.
- El coeficiente *b*, el valor 1.
- *V*, es el volumen en metros cúbicos (740 *m*<sup>3</sup>).

El castillo de proa tiene un peso total de 96,2 *t*, situado en:

$$X_g = 194,84 \text{ m}$$

$$Z_g = 18,33 \text{ m}$$



### 2.2.5.- Piques de popa y proa

Se utiliza de nuevo la expresión:

$$W = a \times V^b$$

- El coeficiente  $a$ , toma el valor 0,043.
- El coeficiente  $b$ , el valor 1.
- $V$ , es el volumen en metros cúbicos ( $3224,68 \text{ m}^3$ ).

La suma de los dos piques tiene un peso total de  $138,7 \text{ t}$ , situado en:

$$X_g = 132,816 \text{ m}$$

$$Z_g = 9,504 \text{ m}$$

### 2.2.6.- Tanques no estructurales

Se utiliza una vez más la expresión:

$$W = a \times V^b$$

- El coeficiente  $a$ , toma el valor 0,043.
- El coeficiente  $b$ , el valor 1.

En la siguiente tabla resumimos los volúmenes de los tanques agrupados por tipo de fluido que contienen, sus pesos y sus centros de gravedad:

	V (m3)	W (Tn)	Xg (m)	Zg (m)
Tanques de HFO	2268.98	97.6	27.465	10.480
Tanques de DO	228.63	9.8	17.670	13.960
Tanques de aceite	149.80	6.4	15.900	14.030
Tanques de agua	262.41	11.3	6.010	13.880
Otros tanques	98.45	4.2	17.230	1.400
<b>TOTAL</b>	<b>3008.27</b>	<b>129.4</b>	<b>23.938</b>	<b>10.921</b>

### 2.3.- Peso total del acero

Los pesos locales de acero anteriormente calculados se resumen en la siguiente tabla:

	W (Tn)	Xg (m)	Zg (m)
Mamparos	800.6	104.102	8.404
Superestructura de popa	621.0	21.172	22.714
Guarda calor y chimenea	104.3	10.360	19.930
Castillo de proa	96.2	162.280	16.430
Piques de proa y popa	138.7	132.816	9.504
Tanques no estructurales	129.4	23.938	10.921
<b>TOTAL</b>	<b>1890.0</b>	<b>71.265</b>	<b>14.403</b>

Con estos cálculos se obtiene el peso total del acero y la posición de su centro de gravedad:

	W (Tn)	X <sub>g</sub> (m)	Z <sub>g</sub> (m)
Peso de acero continuo	6226.6	99.462	9.204
Pesos locales de acero	2172.0	72.192	14.155
<b>TOTAL</b>	<b>8398.6</b>	<b>92.410</b>	<b>10.484</b>

Resultando un peso de acero total de 8398,6 *t* , situado en:

$$X_g = 92,41 \text{ m}$$

$$Z_g = 10,48 \text{ m}$$

En el cuaderno de dimensionamiento se había estimado un peso en acero de 8438 toneladas, lo que significa una disminución en peso en acero, con el consecuente ahorro de material para el astillero.

### **3.- PESO DE LA MAQUINARIA**

Para calcular el peso de la maquinaria del buque, se ha seguido las indicaciones del libro "Desplazamiento. Cálculo iterativo del peso en rosca y peso muerto".

El mismo, descompone el peso de la maquinaria,  $P_{maq}$ , en dos partidas: peso de la maquinaria propulsora,  $P_{maq\ prop}$ , y peso restante  $P_r$ . A su vez, el peso de la maquinaria propulsora se descompone en el peso del motor propulsor,  $P_{motor}$ , y peso restante de la maquinaria propulsora,  $P_{r\ maq\ prop}$ . Es decir:

$$P_{maq} = P_{maq\ prop} + P_r = (P_{motor} + P_{r\ maq\ prop}) + P_r$$

#### **3.1.- Peso maquinaria propulsora**

##### **3.1.1.- Peso del motor principal**

Se asigna el peso real de esta partida facilitado por el fabricante del motor que nos proporciona valores de peso y centro de gravedad del motor principal (cuaderno 7).

$$P_{motor} = 361\ t$$

Una vez situado el motor, se consideran su centro de gravedad en:

$$X_g = 20,44\ m$$

$$Z_g = 6,91\ m$$

##### **3.1.2.- Peso restante de la máquina propulsora**

En esta partida se agrupan los pesos correspondientes a elementos auxiliares del motor principal como son los circuitos de lubricación y refrigeración con sus correspondientes bombas, enfriadores, compresores, tuberías, etc.

El peso se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P_{r\ maq\ prop} = c \times BHP^d$$

Donde:

- $c = 0,56$
- $BHP$ , es la potencia propulsora del motor.
- $d = 0,7$ , es un valor tomado para graneleros con motores diesel lentos.

Tenemos un peso restante de la máquina propulsora situado en:

$$P_{r\ maq\ prop} = 562,2\ t$$

$$X_g = 14,21\ m$$

$$Z_g = 9,41\ m$$

### 3.2.- Peso de la maquinaria restante

El peso de la maquinaria auxiliar restante tales como grupos generadores, caldera auxiliar, servicios de sentinas, lastre y ventilación dentro de cámara de máquinas, etc.

El peso se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P_r = K \times VE^\ell + h \times EJ \times (J \times L_{pp} + 5)$$

Siendo k, l, h y j unos coeficientes que para el caso de buques graneleros de una hélice toman los siguientes valores:

- $K = 0,0295$
- $\ell = 1$ , para graneleros.
- $h = 1$ , para graneleros de una hélice.
- $J = 0,0164$ , para graneleros de una hélice.

Por otra parte:

- $EJ = 5,215 \text{ m}$ , la longitud de la línea de ejes fuera de la cámara de máquinas.
- $VE = 7486,5 \text{ m}^3$ , el volumen estimado de la cámara de máquinas sin tanques.
- $L_{pp} = 195,23 \text{ m}$ , la eslora entre perpendiculares.

Tenemos un peso restante situado en:

$$P_r = 263,6 \text{ t}$$

$$X_g = 18,23 \text{ m}$$

$$Z_g = 6,21 \text{ m}$$

### 3.3.- Peso total de la maquinaria

Componiendo los pesos anteriores obtenemos el peso total de la maquinaria así como la posición de su centro de gravedad:

	W (Tn)	Xg (m)	Zg (m)
Motor principal	361.0	20.440	6.910
Maquinaria restante propulsora	562.2	14.210	9.410
Maquinaria restante en cámara de máquinas	263.6	18.230	6.210
<b>TOTAL</b>	<b>1186.8</b>	<b>16.998</b>	<b>7.939</b>

En el cuaderno de dimensionamiento se había estimado un peso de maquinaria de 905 toneladas, lo que indica la validez de la aproximación.

#### **4.- PESO DE EQUIPO Y HABILITACIÓN**

Para la estimación de la mayoría de las partidas que vienen a continuación se han utilizado las fórmulas propuestas por el Sr. Meizoso y el Sr. Garcés en el libro ya citado anteriormente.

Para calcular el centro de gravedad del equipo, realizaremos las siguientes estimaciones:

- $Z_G$  mediante la fórmula siguiente, en cual define la ordenada del centro de gravedad del equipo para buques con una eslora entre 125 a 250 m:

$$Z_G = D + 1,25 + 0,01(L_{pp} - 125) = 19,36 \text{ m}$$

- $X_G$  mediante la relación de esloras y abscisas con otros proyectos, se estima su valor en un 57% de la eslora entre perpendiculares, resultando:

$$X_G = 111,28 \text{ m}$$

A continuación se desarrollan diferentes partidas de equipos.

##### **4.1.- Peso del equipo de fondeo y amarre**

El peso del equipo de fondeo y amarre se puede obtener por la siguiente expresión:

$$W = -0,03 \times \left( \frac{N_E}{100} \right)^2 + 10,63 \times \left( \frac{N_E}{100} \right) - 73,1 = 242,6T$$

##### **4.2.- Peso del equipo de salvamento y contra incendios**

###### **4.2.2.- Peso del equipo de salvamento**

Este peso viene dado por la siguiente expresión:

$$W = 12 + 0,01 \times NT = 13T$$

Donde  $NT = 28$  es el número de tripulantes.

###### **4.2.1.- Peso del equipo contra incendios**

El peso viene dado por el mayor de los siguientes:

$$W_{I,1} = 0,0025 \times VE + 1 = 19,7T$$

$$W_{I,2} = 0,0025 \times V_{\text{Mayor-Bo de ga}} = 20,9T$$

Siendo  $V_{\text{Mayor-Bodega}} = 8349,66 \text{ m}^3$  el volumen de la mayor bodega (incluyendo el volumen de escotilla) y  $VE = 7486,5 \text{ m}^3$  el volumen de la cámara de máquinas.

Por lo tanto, consideramos un peso del equipo contra incendios igual a 20,9 T.

#### **4.3.- Peso de la protección anticorrosiva**

La protección anticorrosiva la podemos desglosar en dos conceptos, en el peso de la pintura del buque y en el peso de la protección catódica.

##### **4.3.1. Peso de la pintura del buque**

El peso viene dado por la siguiente fórmula:

$$W = 0,007 \times S_M = 67T$$

Siendo  $S_M = 9436.2 + 2 \times 42,135 = 9520.5 \text{ m}^2$  la superficie mojada del casco sumándole la superficie mojada del timón.

##### **4.3.2.- Protección catódica del buque**

Se ha considerado que el buque dispone una protección catódica (del casco, incluidos timón y hélice) basada en ánodos de sacrificio. Por lo tanto se emplea la siguiente fórmula:

$$W = 0,0004 \times S_M \times a \times y = 10,4T$$

Siendo:

- $a = 0,542$
- $y = 5$ , el número de años que se estima tardará en entrar en dique seco.

#### **4.4.- Peso del equipo de gobierno**

Se incluyen aquí los pesos del timón, mecha y accesorios, servomotor hidráulico, electrobombas hidráulicas y polines. La expresión para obtener el peso del equipo de gobierno es:

$$W = 0,224 \times A_{\text{Timón}} \times v^{\frac{2}{3}} + 2 = 59,4T$$

Siendo:

- $A_{\text{Timón}} = 42,135 \text{ m}^2$ , el área del timón.
- $v = 15 \text{ Kn}$ , la velocidad en pruebas a plena carga.

#### **4.5.- Peso del equipo de los servicios de elevación**

##### **4.5.1.- Peso de grúas**

Se han instalado dos grúas en cubierta, y se considera que cada una tiene un alcance de 18 m y una capacidad de 5 t. Por lo tanto el peso de las grúas se estima aplicando la siguiente fórmula:

$$W = n \times [a + (A - b) \times c] = 28T$$

Siendo:

- $n = 2$ , el número de grúas.
- $a = 12$ .
- $b = 14$ .
- $c = 0,5$ .
- $A = 18$  m, el alcance de las grúas.

##### **4.5.2.- Peso de los polines de las grúas**

El peso de los polines de las grúas se estima aplicando la siguiente fórmula:

$$W = n \times \left( 8 \times Q \times \frac{A}{1000} \times D \right) \times h = 1,9T \cong 2T$$

Siendo:

- $n = 2$ , el número de grúas.
- $Q = 5$  t, la capacidad de elevación de cada grúa.
- $D = 1,3$  m, el diámetro mínimo del polín.
- $h = 1$  m, la altura del polín.
- $A = 18$  m, el alcance de las grúas.

Por lo tanto el peso de las grúas junto a los polines es de 30 toneladas.

##### **4.5.3.- Peso del ascensor**

El peso del ascensor se estima con la siguiente fórmula:

$$W = [0,2 + 0,15 \times \ln(L_a)] \times L_a \times B_a = 0,4T \cong 1T$$

Siendo:

- $L_a = 1,4$  m, su longitud.
- $B_a = 1,2$  m, su anchura.

#### **4.6.- Peso del equipo de los servicios de acceso**

##### **4.6.1.- Peso de las escalas reales**

El peso de cada escala real se estima con la siguiente fórmula:

$$W = 0,15 \times E = 6T$$

Siendo  $E = 22 \text{ m}$  la longitud de la escala real, y al ser dos:

$$W = 6,6 \text{ ton}$$

##### **4.6.2.- Peso de las escalas del práctico**

El peso de cada escala planchada se estima con la siguiente fórmula:

$$W = 0,30 \times (D - 0,6 \times T)$$

Siendo:

- $T = 12,15 \text{ m}$ , el calado.
- $D = 17,41 \text{ m}$ , el puntal.

Resultando al ser dos:

$$W = 6 \text{ ton}$$

##### **4.6.3.- Peso de registros y escalas verticales**

El peso de los registros y escalas verticales se estima con la siguiente fórmula:

$$W = 0,2 \times (N_{ca} + 1) + 0,23 \times (2 \times N_{bo} + N_{ta} + 2) = 16T$$

Siendo:

- $N_{ca} = 7$ , el número de casetas de chigres.
- $N_{bo} = 7$ , el número de bodegas.
- $N_{ta} = 45$ , el número de tanques.

##### **4.6.4.- Peso de puertas de acero**

El peso de las puertas de acero se estima con la siguiente fórmula:

$$W = 0,56 \times (N_{al} + 1) + 0,28 \times N_{ca} = 5,9T$$

Siendo:

- $N_{ca} = 7$ , el número de casetas de chigres.
- $N_{al} = 6$ , el número de cubiertas de alojamiento.



#### 4.6.5.- Peso de portillos y ventanas

El peso de los portillos y ventanas se estima con la siguiente fórmula:

$$W = 0,12 \times NT = 3T$$

Siendo  $NT = 28$  el número de tripulantes.

#### 4.6.6.- Peso de escaleras exteriores

El peso de las escaleras exteriores se estima con la siguiente fórmula:

$$W = 0,8 \times N_{al} + 0,6 = 5T$$

#### 4.6.7.- Peso de las barandillas

El peso de las barandillas se estima con la siguiente fórmula:

$$W = 0,245 \times (N_{al} + 2) + 0,03 \times L_{pp} = 7,8T$$

### 4.7.- Peso del equipo del servicio de carga

#### 4.7.1.- Peso de las escotillas de acceso a bodegas

El peso de las escotillas de acceso a las bodegas se estima con la siguiente fórmula:

$$W = 0,15 \times (2 \times N_{bo} + 5) = 3T$$

#### 4.7.2.- Peso del equipo de acondicionamiento de bodegas

Las bodegas tienen ventilación natural, el peso para cada bodega del equipo de acondicionamiento se estima con la siguiente fórmula:

$$W = 0,00015 \times V_i + 0,0022 \times D \times (V_i \times n)^{0,5}$$

Siendo:

- $V_i$ , el volumen de la bodega i-ésima.
- $D = 17,41 \text{ m}$ , el puntal.
- $n = 2$ , el número de conductos de impulsión de cada bodega.

Obtenemos un peso del equipo de acondicionamiento por bodega de:

BODEGA	V(m <sup>3</sup> )	W(T)
Nº 7	8028.88	6.06
Nº 6	8349.51	6.20
Nº 5	8348.45	6.20
Nº 4	8347.39	6.20
Nº 3	8346.33	6.20
Nº 2	8341.68	6.20
Nº 1	6984.80	5.57
<b>TOTAL:</b>	<b>56747</b>	<b>42.64</b>

El peso total lo estimamos en  $W = 43ton$ .

#### 4.7.3.- Peso de los cierres de las escotillas de carga

Se estima con la siguiente fórmula:

$$W = \sum_{i=1}^5 \left( A_i \times \frac{(0,595 \times B_i^2 + 120)}{1000} \right)$$

Siendo:

- $A_i$ , el área del hueco de la escotilla i-ésima.
- $B_i$ , la manga de la escotilla i-ésima.

Obtenemos un peso de cierre de las escotillas por bodega de:

BODEGA	A(m <sup>2</sup> )	B(m)	W(T)
Nº 7	236.25	15	59.98
Nº 6	236.25	15	59.98
Nº 5	236.25	15	59.98
Nº 4	236.25	15	59.98
Nº 3	236.25	15	59.98
Nº 2	236.25	15	59.98
Nº 1	202.5	13.5	46.26
<b>TOTAL:</b>			<b>406.13</b>

El peso total lo estimamos en  $W = 406T$ .

#### 4.8.- Peso del equipo del servicio de habilitación

Se estima con la siguiente fórmula:

$$W = 0,18 \times AA = 314T$$

Siendo  $AA = 1747 \text{ m}^2$  el área de alojamientos.

#### **4.9.- Peso del equipo de navegación**

Aquí se agrupan los diversos elementos instalados en el puente como pueden ser el radar, sistema de posicionamiento, radiotelegrafía, etc. El peso de los equipos que integran este concepto se toma como 3 toneladas.

#### **4.10.- Peso total de equipo y habilitación**

Con los pesos de equipo y habilitación calculados en los apartados anteriores se obtiene el siguiente resumen de pesos:

EQUIPOS	W(T)
Protección anticorrosiva	77
Equipo de gobierno	59
Equipo de fondeo y amarre	243
Equipo contra incendios	21
Equipo de salvamento	12
Equipo servicios de elevación	31
Equipo servicios de acceso	48
Equipo servicio de carga	452
Equipo servicios de habilitación	314
Equipo de navegación	3
<b>TOTAL:</b>	<b>1260</b>

En el cuaderno de dimensionamiento se había estimado un peso de equipo y habilitación de 1132 toneladas, lo que indica la validez de la aproximación.

La coordenada del centro de gravedad, se estima en:

$$Z_g = 19,36 \text{ m} \quad X_g = 111,28 \text{ m}$$

## 5.- PESO EN ROSCA

La suma de los pesos obtenidos de los tres grupos anteriores da como resultado el peso en rosca del buque. La composición de estos pesos con sus centros de gravedad proporciona el centro de gravedad del buque.

A continuación presentamos los resultados obtenidos en una tabla resumen:

	W (T)	X <sub>G</sub> (m)	Z <sub>G</sub> (m)
Peso de acero	8399	92.41	10.48
Peso de maquinaria	1187	17.00	7.94
Peso de equipo y habilitación	1260	111.28	19.36
<b>TOTAL:</b>	<b>10845</b>	<b>86.35</b>	<b>11.24</b>

El peso en rosca obtenido es de 10845 *t* frente a las 10317 *t* que habían sido estimadas en el cuadernillo de dimensionamiento.

Podemos comprobar que las estimaciones realizadas eran muy aproximadas a la realidad, solo existe una diferencia del 5,12% de toneladas.

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS NAVALES**



PROYECTO Nº 59

# **GRANELERO 50.000 TPM**

## **CUADERNO 12**

### **SITUACIONES DE CARGA Y RESISTENCIA LONGITUDINAL**

**TUTOR:**

**D. SEBASTIÁN JOSÉ ABRIL PÉREZ**

**REALIZADO POR:**

**D. JÉSSICA LIVIANO RODRÍGUEZ**  
**D. JESÚS RODRÍGUEZ MAESTRE**

## ÍNDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>2.- SITUACIONES DE CARGA EN ESTABILIDAD INTACTA .....</b>	<b>9</b>
2.1.- Situaciones de carga analizadas.....	10
2.2.- Resumen de las situaciones de carga.....	12
2.3.- Tabla Resumen Cumplimiento Criterio IMO .....	14
2.4.- Criterios de estabilidad de las situaciones de carga.....	15
2.4.1.- Criterio IMO (Organización Marítima Internacional).....	15
2.4.2.- Criterio SOLAS.....	16
2.5.- Corrimiento de grano .....	16
<b>3.- SITUACIONES DE CARGA DESPUÉS DE AVERÍAS .....</b>	<b>18</b>
3.1.- Compartimentos .....	18
3.2.- Criterio SOLAS.....	19
<b>Anexos I:.....</b>	<b>22</b>
<b>1.- SALIDA CARGADO AL 100% CON CARGA HOMOGÉNEA (FACTOR DE ESTIBA 1,266 m<sup>3</sup>/t ) Y CONSUMIBLES AL 100%.....</b>	<b>23</b>
1.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	23
1.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	26
1.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation.....	30
<b>2.- LLEGADA CARGADO AL 100% CON CARGA HOMOGÉNEA (FACTOR DE ESTIBA 1,266 m<sup>3</sup>/t ) Y CONSUMIBLES AL 10% .....</b>	<b>33</b>
2.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	33
2.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	36
2.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation.....	40
<b>3.- SALIDA CARGADO AL 100% CON CARGA HOMOGÉNEA (FACTOR DE ESTIBA 1,40 m<sup>3</sup>/t ) Y CONSUMIBLES AL 100% .....</b>	<b>43</b>
3.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	43
3.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	46
3.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation.....	50
<b>4.- LLEGADA CARGADO AL 100% CON CARGA HOMOGÉNEA (FACTOR DE ESTIBA 1,40 m<sup>3</sup>/t ) Y CONSUMIBLES AL 10% .....</b>	<b>53</b>
4.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	53
4.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	56
4.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation.....	60

<b>5.- SALIDA CARGADO AL 100% CON CARGA HOMOGÉNEA (FACTOR DE ESTIBA 1,55 <math>m^3/t</math>) Y CONSUMIBLES AL 100% .....</b>	<b>63</b>
5.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	63
5.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	66
5.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation.....	70
<b>6.- LLEGADA CARGADO AL 100% CON CARGA HOMOGÉNEA (FACTOR DE ESTIBA 1,55 <math>m^3/t</math>) Y CONSUMIBLES AL 10% .....</b>	<b>73</b>
6.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	73
6.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	76
6.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation.....	80
<b>7.- SALIDA CARGADO AL 100% CON CARGA HOMOGÉNEA (FACTOR DE ESTIBA 1,80 <math>m^3/t</math>) Y CONSUMIBLES AL 100% .....</b>	<b>83</b>
7.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	83
7.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	86
7.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation.....	90
<b>8.- LLEGADA CARGADO AL 100% CON CARGA HOMOGÉNEA (FACTOR DE ESTIBA 1,80 <math>m^3/t</math>) Y CONSUMIBLES AL 10% .....</b>	<b>93</b>
8.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	93
8.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	96
8.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation.....	100
<b>9.- SALIDA LASTRE BUEN TIEMPO Y CONSUMIBLES AL 100%.....</b>	<b>103</b>
9.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	103
9.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	106
9.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation.....	110
<b>10.- LLEGADA LASTRES BUEN TIEMPO Y CONSUMIBLES AL 10% .....</b>	<b>113</b>
10.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	113
10.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	116
10.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation.....	120
<b>11.- SALIDA LASTRE MAL TIEMPO Y COMSUMIBLES AL 100%.....</b>	<b>123</b>
11.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	123
11.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	126
11.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation.....	130
<b>12.- LLEGADA LASTRE MAL TIEMPO Y COMSUMIBLES AL 10%.....</b>	<b>133</b>
12.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	133
12.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	136
12.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation.....	140

<b>13.- SALIDA CARGANDO BODEGAS 1-3-5-7 (FACTOR DE ESTIBA 1,266 m<sup>3</sup>/t) Y COMSUMIBLES AL 100%.....</b>	<b>143</b>
13.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	143
13.2. - Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	146
13.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	150
<b>14.- LLEGADA CARGANDO BODEGAS 1-3-5-7 (FACTOR DE ESTIBA 1,266 m<sup>3</sup>/t) Y COMSUMIBLES AL 100%.....</b>	<b>153</b>
14.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	153
14.2. - Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	156
14.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	160
<b>15.- SALIDA CARGANDO BODEGAS 1-3-5-7 (FACTOR DE ESTIBA 1,40 m<sup>3</sup>/t) Y COMSUMIBLES AL 100%.....</b>	<b>163</b>
15.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	163
15.2. - Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	166
15.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	170
<b>16.- LLEGADA CARGANDO BODEGAS 1-3-5-7 (FACTOR DE ESTIBA 1,40 m<sup>3</sup>/t) Y COMSUMIBLES AL 100%.....</b>	<b>173</b>
16.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	173
16.2. - Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	176
16.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	180
<b>17.- SALIDA CARGANDO BODEGAS 1-3-5-7 (FACTOR DE ESTIBA 1,55 m<sup>3</sup>/t) Y COMSUMIBLES AL 100% .....</b>	<b>183</b>
17.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	183
17.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	186
17.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	190
<b>18.- LLEGADA CARGANDO BODEGAS 1-3-5-7 (FACTOR DE ESTIBA 1,55 m<sup>3</sup>/t) Y COMSUMIBLES AL 10% .....</b>	<b>193</b>
18.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	193
18.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	196
18.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	200
<b>19.- SALIDA CARGANDO BODEGAS 1-3-5-7 (FACTOR DE ESTIBA 1,80 m<sup>3</sup>/t) Y COMSUMIBLES AL 100% .....</b>	<b>203</b>
19.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	203
19.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	206
19.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	210
<b>20.- LLEGADA CARGANDO BODEGAS 1-3-5-7 (FACTOR DE ESTIBA 1,80 m<sup>3</sup>/t) Y COMSUMIBLES AL 10% .....</b>	<b>213</b>



20.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	213
20.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	216
20.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	220
<b>ANEXO II: AVERIAS .....</b>	<b>223</b>
<b>21.- AVERIA PIQUE DE POPA.....</b>	<b>224</b>
21.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	224
21.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	227
21.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	231
<b>22.- AVERIA CÁMARA DE MÁQUINAS .....</b>	<b>234</b>
22.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	234
22.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	237
22.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	241
<b>23.- AVERIA BODEGA N°7 .....</b>	<b>244</b>
23.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	244
23.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	247
23.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	251
<b>24.- AVERIA BODEGA N°6 .....</b>	<b>254</b>
24.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	254
24.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	257
24.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	261
<b>25.- AVERIA BODEGA N°5 .....</b>	<b>264</b>
25.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	264
25.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	267
25.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	271
<b>26.- AVERÍA BODEGA N°4 .....</b>	<b>274</b>
26.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	274
26.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	277
26.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	281
<b>27.- AVERÍA BODEGA N°3 .....</b>	<b>284</b>
27.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	284
27.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	287
27.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	291
<b>28.- AVERÍA BODEGA N°2 .....</b>	<b>294</b>
28.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	294
28.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	297
28.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	301

<b>29.- AVERÍA BODEGA N°1 .....</b>	<b>304</b>
29.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	304
29.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	307
29.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation.....	311
<b>30.- AVERÍA PIQUE DE PROA.....</b>	<b>314</b>
30.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	314
30.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	317
30.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	321
<b>31.- AVERÍA PIQUE DE POPA Y CÁMARA DE MÁQUINAS .....</b>	<b>324</b>
31.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	324
31.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	327
31.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	331
<b>32.- AVERÍA CÁMARA DE MÁQUINAS Y BODEGA N°7 .....</b>	<b>334</b>
32.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	334
32.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	337
32.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	341
<b>33.- AVERÍA BODEGA N°7 Y N°6.....</b>	<b>344</b>
33.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	344
33.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	347
33.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	351
<b>34.- AVERÍA BODEGA N°6 Y N°5.....</b>	<b>354</b>
34.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	354
34.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	357
34.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	361
<b>35.- AVERÍA BODEGA N°5 Y N°4.....</b>	<b>364</b>
35.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	364
35.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	367
35.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	371
<b>36.- AVERÍA BODEGA N°4 Y N°3.....</b>	<b>374</b>
36.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	374
36.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	377
36.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	381
<b>37.- AVERÍA BODEGA N°3 Y N°2.....</b>	<b>384</b>
37.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	384
37.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	387
37.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	391

<b>38.- AVERÍA BODEGA N°2 Y N°1.....</b>	<b>394</b>
38.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	394
38.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	397
38.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	401
<b>39.- AVERÍA BODEGA N°1 Y PIQUE DE PROA.....</b>	<b>404</b>
39.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation .....	404
39.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation.....	407
39.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation .....	411

## **1.- INTRODUCCIÓN**

En el presente cuadernillo se estudiará el comportamiento del buque proyecto ante las diversas situaciones de carga susceptibles de estar sometido a lo largo de su vida útil.

Son las recomendadas por la Organización Marítima Internacional (OMI) y por la Sociedad de Clasificación del buque (Bureau Veritas), así como otras que se han considerado convenientes.

Para cada una de estas situaciones de carga se analizará la estabilidad y la resistencia estructural del buque, verificando que se cumplen los requerimientos establecidos por la OMI y recogidos en el Convenio Internacional para la seguridad de la vida humana en el mar de 1974, modificado por el protocolo de 1988 (en lo sucesivo SOLAS 74/88) y en el Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el protocolo de 1978 (en lo sucesivo MARPOL 73/78).

Igualmente se realiza un estudio de la estabilidad del buque afectado por las distintas situaciones de avería, siguiendo para ello los criterios establecidos en el MARPOL 73/78 y los criterios establecidos en SOLAS 74/88.

Los cálculos de las diferentes situaciones de carga, tanto en lo que se refiere a la estabilidad como a la resistencia longitudinal se han realizado el programa de aplicaciones navales “Hydromax”.

## 2.- SITUACIONES DE CARGA EN ESTABILIDAD INTACTA

La normativa actual (SOLAS) obliga a realizar un estudio de estabilidad en buques nacionales para un transporte de grano de los siguientes factores de estiba, siempre que el llenado de las bodegas no implique superar el peso muerto:

$ft^3/t$	$m^3/t$
45	1,25
50	1,40
55	1,55
65	1,80

En todas las condiciones de carga la hélice se encuentra sumergida según se establece en la sociedad de clasificación.

La densidad máxima de carga que puede llevar el buque si lleva todas las bodegas llenas es el cociente entre el peso muerto útil y el volumen de carga de las bodegas. El peso muerto útil se calcula descontando al peso muerto el peso de los consumibles, tripulación y efectos, y pertrechos, los cuales se resumen en la siguiente figura:

Concepto	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Capacidad (ton)
<b>Total de HFO</b>	2441.32	2427
<b>Total de DO</b>	263.80	222
<b>Total de aceite</b>	182.28	168
<b>Total de agua dulce</b>	262.41	262
<b>Total resto de tanques</b>	2	12
<b>Víveres</b>		8
<b>Tripulación y efectos</b>		6
<b>Pertrechos</b>		20
<b>Total</b>		<b>3125</b>

Resultando un peso muerto útil de:

$$PM = 60309 - 10845 - 3125 = 46339 \text{ ton}$$

La carga que cumple con estas características tiene un factor de estiba que se calcula con la siguiente expresión:

$$Factor = \frac{V_{carga}}{PM}$$

Resultando un factor de estiba mínimo de:

$$Factor = \frac{58691}{46339} = 1,266$$

Por lo tanto, el estudio de estabilidad se realiza para un transporte de grano de los siguientes factores de estiba:

$ft^3/t$	$m^3/t$
45,21	1,266
50,0	1,40
55,0	1,55
65,0	1,80

## **2.1.- Situaciones de carga analizadas**

Las situaciones de carga analizadas en el Anexo I para cumplir con los requisitos de la sociedad de clasificación (BV- CH.3, App.2) son las siguientes:

1. Salida cargado al 100% con carga homogénea (factor de estiba  $1,266 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 100%.
2. Llegada cargado al 100% con carga homogénea (factor de estiba  $1,266 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 10%.
3. Salida cargado al 100% con carga homogénea (factor de estiba  $1,40 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 100%.
4. Llegada cargado al 100% con carga homogénea (factor de estiba  $1,40 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 10%.
5. Salida cargado al 100% con carga homogénea (factor de estiba  $1,55 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 100%.
6. Llegada cargado al 100% con carga homogénea (factor de estiba  $1,55 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 10%.
7. Salida cargado al 100% con carga homogénea (factor de estiba  $1,80 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 100%.
8. Llegada cargado al 100% con carga homogénea (factor de estiba  $1,80 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 10%.
9. Salida en lastre buen tiempo y con consumibles al 100%.
10. Llegada en lastre buen tiempo y con consumibles al 10%.
11. Salida en lastre mal tiempo (bodega n° 4 inundada) y con consumibles al 100%.
12. Llegada en lastre mal tiempo (bodega n° 4 inundada) y con consumibles al 10%.

13. Salida cargado en bodegas 1, 3, 5 y 7 con carga homogénea (factor de estiba  $1,266 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 100%.
14. Llegada cargado en bodegas 1, 3, 5 y 7 con carga homogénea (factor de estiba  $1,266 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 10%.
15. Salida cargado en bodegas 1, 3, 5 y 7 con carga homogénea (factor de estiba  $1,40 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 100%.
16. Llegada cargado en bodegas 1, 3, 5 y 7 con carga homogénea (factor de estiba  $1,40 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 10%.
17. Salida cargado en bodegas 1, 3, 5 y 7 con carga homogénea (factor de estiba  $1,55 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 100%.
18. Llegada cargado en bodegas 1, 3, 5 y 7 con carga homogénea (factor de estiba  $1,55 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 10%.
19. Salida cargado en bodegas 1, 3, 5 y 7 con carga homogénea (factor de estiba  $1,80 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 100%.
20. Llegada cargado en bodegas 1, 3, 5 y 7 con carga homogénea (factor de estiba  $1,80 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 10%.

**2.2.- Resumen de las situaciones de carga**

Nº	Carga al 100%	Desplazamiento (TPM)	Calado (m)	Trimado (m)	GM (m)	Mto flector arrufo max. (tn x m)	Mto flector quebranto max. (tn x m)
1	Salida al 100% con carga homogénea ( $1,266 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 100%.	60155	12.116	0.678	1.732	- 8.785	4.481
2	Llegada al 100% con carga homogénea ( $1,266 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 10%.	60248	12.137	0.271	1.898	- 32.297	6.133
3	Salida al 100% con carga homogénea ( $1,40 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 100%.	55741	11.275	1.426	1.643	- 4.012	11.112
4	Llegada al 100% con carga homogénea ( $1,40 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 10%.	55835	11.295	1.024	1.818	- 19.153	8.606
5	Salida al 100% con carga homogénea ( $1,55 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 100%.	51688	10.500	2.104	1.625	- 0.992	25.955
6	Llegada al 100% con carga homogénea ( $1,55 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 10%.	49598	10.096	0.043	1.710	- 4.705	18.220
7	Salida al 100% con carga homogénea ( $1,80 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 100%.	49001	9.981	0.316	1.597	--	103.547
8	Llegada al 100% con carga homogénea ( $1,80 \text{ m}^3/t$ ) y consumibles al 10%.	44363	9.080	0.790	1.859	--	22.800
9	Salida en lastre buen tiempo y con consumibles al 100%.	33316	6.947	2.882	3.485	--	152.300
10	Llegada en lastre buen tiempo y con consumibles al 10%.	38838	8.004	1.229	2.942	- 61.709	62.524
11	Salida en lastre mal tiempo (bodega nº 4 inundada) y con consumibles al 100%.	42640	8.761	2.322	2.434	- 5.098	100.408



12	Llegada en lastre mal tiempo (bodega nº 4 inundada) y con consumibles al 10%.	39129	8.060	1.188	2.848	- 66.993	62.473
13	Salida cargado en bodegas 1, 3, 5 y 7 con carga homogénea (factor de estiba $1,266 \text{ m}^3/\text{t}$ ) y consumibles al 100%.	41975	8.619	1.232	1.827	--	178.509
14	Llegada cargado en bodegas 1, 3, 5 y 7 con carga homogénea (factor de estiba $1,266 \text{ m}^3/\text{t}$ ) y consumibles al 10%.	37338	7.715	1.617	2.344	--	87.081
15	Salida cargado en bodegas 1, 3, 5 y 7 con carga homogénea (factor de estiba $1,40 \text{ m}^3/\text{t}$ ) y consumibles al 100%.	39508	8.139	1.508	1.994	--	179.906
16	Llegada cargado en bodegas 1, 3, 5 y 7 con carga homogénea (factor de estiba $1,40 \text{ m}^3/\text{t}$ ) y consumibles al 10%.	34872	7.234	1.855	2.635	--	88.444
17	Salida cargado en bodegas 1, 3, 5 y 7 con carga homogénea (factor de estiba $1,55 \text{ m}^3/\text{t}$ ) y consumibles al 100%.	37243	7.699	1.755	2.195	--	181.202
18	Llegada cargado en bodegas 1, 3, 5 y 7 con carga homogénea (factor de estiba $1,55 \text{ m}^3/\text{t}$ ) y consumibles al 10%.	32893	6.857	2.509	2.957	--	89.674
19	Salida cargado en bodegas 1, 3, 5 y 7 con carga homogénea (factor de estiba $1,80 \text{ m}^3/\text{t}$ ) y consumibles al 100%.	34317	7.128	2.036	2.538	--	182.847
20	Llegada cargado en bodegas 1, 3, 5 y 7 con carga homogénea (factor de estiba $1,80 \text{ m}^3/\text{t}$ ) y consumibles al 10%.	35152	7.305	2.717	2.655	--	187.340

### 2.3.- Tabla Resumen Cumplimiento Criterio IMO

<b>Criterio IMO</b>	<b>Área bajo GZ hasta 30°</b>		<b>Área bajo GZ hasta 40°</b>		<b>Diferencia</b>		<b>GZ = 0,2 m</b>		<b>GM<sub>t</sub></b>	
<b>Límite</b>	<b>&gt;3,151 m x deg</b>		<b>&gt;5,157 m x deg</b>		<b>&gt;1,719 m x deg</b>		<b>a 30° o más</b>		<b>&gt;0,15 m</b>	
<b>Situación N°</b>	<b>Valor</b>		<b>Valor</b>		<b>Valor</b>		<b>Valor</b>		<b>Valor</b>	
1	16.8	✓	32.3	✓	15.5	✓	1.8	✓	1.7	✓
2	18.1	✓	34.5	✓	16.4	✓	1.4	✓	1.9	✓
3	16.4	✓	33.0	✓	16.5	✓	2.1	✓	1.6	✓
4	17.7	✓	35.3	✓	17.6	✓	2.2	✓	1.8	✓
5	16.4	✓	33.9	✓	17.5	✓	2.2	✓	1.6	✓
6	17.2	✓	35.6	✓	18.5	✓	2.4	✓	1.7	✓
7	16.3	✓	34.3	✓	17.9	✓	1.4	✓	1.6	✓
8	18.5	✓	38.3	✓	19.8	✓	2.6	✓	1.8	✓
9	31.4	✓	57.6	✓	26.2	✓	3.2	✓	3.5	✓
10	27.2	✓	52.6	✓	25.4	✓	2.1	✓	2.9	✓
11	23.1	✓	46.1	✓	23.0	✓	2.9	✓	2.4	✓
12	26.5	✓	51.4	✓	24.9	✓	3.2	✓	2.8	✓
13	18.5	✓	38.0	✓	19.5	✓	2.5	✓	1.8	✓
14	22.7	✓	44.2	✓	24.5	✓	2.7	✓	2.3	✓
15	19.9	✓	40.0	✓	20.1	✓	2.6	✓	1.9	✓
16	24.9	✓	47.2	✓	22.2	✓	2.7	✓	2.6	✓
17	21.6	✓	42.2	✓	20.6	✓	2.6	✓	2.2	✓
18	27.3	✓	50.3	✓	22.9	✓	2.7	✓	2.9	✓
19	24.2	✓	45.6	✓	21.4	✓	2.6	✓	2.5	✓
20	25.1	✓	47.5	✓	22.4	✓	2.7	✓	2.6	✓

## **2.4.- Criterios de estabilidad de las situaciones de carga**

En las condiciones de carga, se deben conseguir los objetivos impuestos en el diseño de la disposición general, es decir:

- El calado en la perpendicular de popa no será inferior al requerido para que la inmersión de la hélice sea completa. Se puede considerar el calado dinámico en popa en situaciones en las que el calado en popa se aproxime al mínimo permitido sin alcanzarlo. De esta manera se tiene en cuenta el efecto de inmersión adicional que provoca la ola en popa en navegación. Este aumento de calado es del orden de 1 *m* en graneleros de 200 *m* de eslora, navegando a 15 nudos; tal y como se indica en “El Proyecto Básico del Buque Mercante”; de D. Ricardo Alvaríño, D. Juan José Aziproz, y D. Manuel Meizoso.
- El trimado debe ser inferior al 1,5 % de la eslora.

Los criterios de estabilidad que se aplican a las diferentes situaciones de carga son los que se detallan a continuación:

### **2.4.1.- Criterio IMO (Organización Marítima Internacional)**

Según este criterio se deben cumplir las siguientes premisas:

- El área contenida por la curva GZ hasta un ángulo de 30°, no debe ser menor de 0,055 *m × rad* (3,151 *m × deg*) .
- El área contenida por la curva GZ hasta un ángulo de 40°, no debe ser menor de 0,09 *m × rad* (5,157 *m × deg*) ..
- El área contenida por la curva GZ comprendida entre los 30 y 40°, o entre 30 y el ángulo del punto de inundación progresiva, no debe ser menor de 0,03 *m × rad* (1,719 *m × deg*) ..
- El brazo GZ para un ángulo mayor o igual de 30°, debe ser mayor de 0,2 *m* .
- La altura metacéntrica inicial GM, después de tener en cuenta los efectos de superficie libre, no debe ser menor de 0,15 *m* .

### 2.4.2.- Criterio SOLAS

En el del capítulo VI del SOLAS, se dan unos criterios de estabilidad sin avería, que debe cumplir todo buque que transporte grano a granel, durante cualquier viaje:

- El ángulo de escora debido al corrimiento de grano no excederá de  $12^\circ$ , o del ángulo de inmersión del borde de la cubierta, si este fuese menor.
- En el diagrama de estabilidad estática, el área neta o residual comprendida entre la curva de brazos escorantes y la de brazos adrizantes hasta el ángulo de escora en que sea máxima la diferencia entre las ordenadas de ambas curvas, o un ángulo de  $40^\circ$ , o el ángulo de inundación progresiva, el que de estos sea menor, no será inferior en ninguna condición de carga a  $0,075 \text{ m} \times \text{rad}$ .

### 2.5.- Corrimiento de grano

Todo buque que transporte grano a granel cumplirá, durante todo el viaje, con los criterios mínimos de estabilidad sin avería que se indican a continuación, tras haber tenido en cuenta los momentos escorantes debidos al corrimiento de grano. Según la Regla 14, del Capítulo VI del SOLAS;

- El ángulo de escora debido a un corrimiento de carga será inferior a  $12^\circ$ .
- El área residual comprendida entre el ángulo de escora por corrimiento de carga y un ángulo de  $40^\circ$  o el de inundación si éste fuese menor, no será inferior a  $0,075 \text{ m} \cdot \text{rad}$ .
- La altura metacéntrica inicial, después de tener en cuenta los efectos de superficie libre de los líquidos contenidos en los tanques, no será inferior a  $0,30 \text{ m}$ .

El ángulo de escora se calcula como la intersección de la curva de brazos adrizantes, corregida por el corrimiento de la carga; con la curva de brazos escorantes debida al corrimiento de la carga; la cual viene definida en el SOLAS como una recta que pasa por los puntos siguientes:

Abscisa:  $0^\circ$       Ordenada:  $\lambda_0$   
Abscisa:  $40^\circ$       Ordenada:  $\lambda_{40}$

$$\lambda_0 = \frac{\text{Momento escorante}}{(\text{factor de estiba} \times \text{desplazamiento})}$$

Siendo

$$\lambda_{40} = 0,8 \cdot \lambda_0$$

Los momentos escorantes debidos a un corrimiento de carga y como consecuencia una superficie de grano con un ángulo de inclinación de  $25^\circ$  con respecto a la horizontal, con respecto a la horizontal para las bodegas son como muestra la

Figura siguiente (para compensar el efecto desfavorable del corrimiento vertical de la superficie de grano se incrementa en un 6 % el momento escorante supuesto debido al corrimiento transversal de carga).

Espacio	Momento escorante volumétrico(m <sup>4</sup> )	Momento escorante volumétrico(m <sup>4</sup> )x1,06
Bodega nº 1	3477	3686
Bodega nº 2	3477	3686
Bodega nº 3	3477	3686
Bodega nº 4	3477	3686
Bodega nº 5	3477	3686
Bodega nº 6	3477	3686
Bodega nº 7	3477	3686
<b>Total</b>		<b>25801</b>

Por lo tanto, teniendo presente que para cada condición de carga a estudiar el desplazamiento y el factor de estiba es diferente, se obtiene que el momento escorante producido por el corrimiento de grano para cada situación de carga:

Situación de carga	Factor de estiba	Desplazamiento	l0 (m)	l40 (m)
Carga 100 % de grano y 100% consumos	1.266	60155	0.339	0.271
Carga 100 % de grano y 10% consumos	1.266	60248	0.338	0.271
Carga 100 % de grano y 100% consumos	1.40	55741	0.331	0.265
Carga 100 % de grano y 10% consumos	1.40	55835	0.330	0.264
Carga 100 % de grano y 100% consumos	1.55	51688	0.322	0.258
Carga 100 % de grano y 10% consumos	1.55	49598	0.336	0.268
Carga 100 % de grano y 100% consumos	1.80	49001	0.293	0.234
Carga 100 % de grano y 10% consumos	1.80	44363	0.323	0.258

Realizando los cálculos pertinentes, se resume en la siguiente tabla los datos obtenidos:

Situación de carga	Ángulo de equilibrio (<12 deg)	GMc (>0,30 m)	Área hasta 40° (>0,075)
<b>Carga 100 % de grano 1,28 m3/t y 100% consumos</b>	7.400	2.414	0.394
<b>Carga 100 % de grano 1,28 m3/t y 10% consumos</b>	6.916	2.258	0.400
<b>Carga 100 % de grano 1,40 m3/t y 100% consumos</b>	6.782	2.166	0.431
<b>Carga 100 % de grano 1,40 m3/t y 10% consumos</b>	6.756	2.155	0.447
<b>Carga 100 % de grano 1,55 m3/t y 100% consumos</b>	6.465	2.015	0.473
<b>Carga 100 % de grano 1,55 m3/t y 10% consumos</b>	6.695	2.172	0.480

Carga 100 % de grano 1,80 m <sup>3</sup> /t y 100% consumos	5.718	1.625	0.525
Carga 100 % de grano 1,80 m <sup>3</sup> /t y 10% consumos	5.997	1.879	0.547
Carga bodegas alternas 1,28 m <sup>3</sup> /t, (35,3 pc /t), salida	5.505	1.569	0.550
Carga bodegas alternas 1,28 m <sup>3</sup> /t, (35,3 pc /t), llegada	5.916	1.892	0.571
Carga bodegas alternas 1,40 m <sup>3</sup> /t, (35,3 pc /t), salida	5.139	1.410	0.581
Carga bodegas alternas 1,40 m <sup>3</sup> /t, (35,3 pc /t), llegada	5.521	1.713	0.607
Carga bodegas alternas 1,55 m <sup>3</sup> /t, (35,3 pc /t), salida	4.738	1.248	0.618
Carga bodegas alternas 1,55 m <sup>3</sup> /t, (35,3 pc /t), llegada	5.047	1.503	0.653
Carga bodegas alternas 1,80 m <sup>3</sup> /t, (35,3 pc /t), salida	4.138	1.022	0.678
Carga bodegas alternas 1,80 m <sup>3</sup> /t, (35,3 pc /t), llegada	3.808	0.920	0.748

Como se puede observar el corrimiento del grano en las bodegas no invalida la estabilidad del buque.

### 3.- SITUACIONES DE CARGA DESPUÉS DE AVERÍAS

Se va realizar el análisis de la estabilidad en averías dos modos:

- Método determinístico: comprobando equilibrio, resistencia longitudinal y estabilidad para cada avería posible (a través del Hydromax).
- Método probabilística: calculándolo como se indica en el SOLAS (Capítulo II-1, Parte B-1, Reglas: 25-1, 25-2, 25-3, 25-4, 25-5, 25-6 y 25-7).

#### 3.1.- Compartimentos

En la estabilidad después de averías se estudian las consecuencias en la estabilidad que surgen al considerar la inundación de distintos compartimentos de forma aislada, así como la extensión de la avería al compartimento adyacente. En todas las situaciones se supone el buque cargado con la carga de menor factor de estiba que puede transportar ( $1,266 \text{ m}^3/\text{t}$ ) y al máximo de su capacidad.

Espacios aislados	Combinaciones
Pique de popa	Pique de popa + Cámara de máquinas
Cámara de máquinas	Cámara de máquinas + Bodega nº 7
Bodega nº 7	Bodega nº 7 + Bodega nº 6
Bodega nº 6	Bodega nº 6 + Bodega nº 5
Bodega nº 5	Bodega nº 5 + Bodega nº 4
Bodega nº 4	Bodega nº 4 + Bodega nº 3
Bodega nº 3	Bodega nº 3 + Bodega nº 2
Bodega nº 2	Bodega nº 2 + Bodega nº 1
Bodega nº 1	Bodega nº 1 + Pique de proa
Pique de proa	

En el caso de las bodegas, se considera que la avería se extiende tanto a la bodega como a los tanques de lastre de babor y estribor de esa bodega. Todos los cálculos están recogidos en el Anexo II.

### **3.2.- Criterio SOLAS**

En este criterio se trata de comprobar si el índice de subdivisión del buque, A, es superior al prescrito R (SOLAS, Capítulo II-1, Parte B-1, Reglas: 25-1, 25-2, 25-3, 25-4, 25-5, 25-6 y 25-7).

El estudio se realiza para la situación de plena carga homogénea en condiciones de partida, por lo que el buque se encuentra en su flotación de verano.

La formulación para la obtención de R viene dada por:

$$R = (0,002 + 0,0009 \times L_s)^{1/3}$$

Siendo  $L_s = 201,15 \text{ m}$ , se obtiene:

$$R = 0,567$$

Mientras que el índice de subdivisión del buque, A, es el sumatorio del producto de probabilidades de que se inunde un compartimento (o varios) y la probabilidad de que el buque mantenga la flotabilidad después de que se hayan inundado los citados compartimentos.

A continuación se presentan los cálculos relativos al criterio SOLAS de estabilidad en averías, obteniéndose un valor de:

$$A = 0,813$$

Por lo tanto,  $A > R$ , y se cumple el criterio de estabilidad después de averías (método probabilístico).

Compartimento	x1	x2	E1	E2	E	J	J'	J máx	a	F	y	F1	F2
<b>Pique de popa</b>	0.00	14.92	0.00	0.07	-0.93	0.07	-0.85	0.23862789	0.46	0.02	0.31	0.09	0.01
<b>Cámara de máquinas</b>	14.92	39.67	0.07	0.20	-0.73	0.12	-0.61	0.23862789	0.62	0.07	0.52	0.22	0.04
<b>Bodega n° 7 (+ tanques de lastre)</b>	39.67	61.42	0.20	0.31	-0.50	0.11	-0.39	0.23862789	0.80	0.15	0.45	0.17	0.03
<b>Bodega n° 6 (+ tanques de lastre)</b>	61.42	83.17	0.31	0.41	-0.28	0.11	-0.17	0.23862789	0.98	0.25	0.45	0.17	0.03
<b>Bodega n° 5 (+ tanques de lastre)</b>	83.17	104.92	0.41	0.52	-0.06	0.11	0.04	0.23862789	1.15	0.36	0.45	0.17	0.03
<b>Bodega n° 4 (+ tanques de lastre)</b>	104.92	126.67	0.52	0.63	0.15	0.11	-0.04	0.23862789	1.20	0.49	0.45	0.17	0.03
<b>Bodega n° 3 (+ tanques de lastre)</b>	126.67	148.42	0.63	0.74	0.37	0.11	-0.26	0.23862789	1.20	0.62	0.45	0.17	0.03
<b>Bodega n° 2 (+ tanques de lastre)</b>	148.42	170.17	0.74	0.85	0.58	0.11	-0.48	0.23862789	1.20	0.75	0.45	0.17	0.03
<b>Bodega n° 1 (+ tanques de lastre)</b>	170.17	191.92	0.85	0.95	0.80	0.11	-0.69	0.23862789	1.20	0.88	0.45	0.17	0.03
<b>Pique de proa</b>	191.92	207.40	0.95	1.03	0.99	0.08	-0.91	0.23862789	1.20	0.99	0.32	0.09	0.01
<b>Pique de popa y cámara de máquinas</b>	0.00	39.67	0.00	0.20	-0.80	0.20	-0.61	0.23862789	0.56	0.05	0.83	0.49	0.15
<b>Cámara de máquinas y bodega n° 7</b>	14.92	61.42	0.07	0.31	-0.62	0.23	-0.39	0.23862789	0.70	0.10	0.97	0.64	0.23
<b>Bodega n° 7 y bodega n° 6</b>	39.67	83.17	0.20	0.41	-0.39	0.22	-0.17	0.23862789	0.89	0.20	0.91	0.57	0.19
<b>Bodega n° 6 y bodega n° 5</b>	61.42	104.92	0.31	0.52	-0.17	0.22	0.04	0.23862789	1.06	0.30	0.91	0.57	0.19
<b>Bodega n° 5 y bodega n° 4</b>	83.17	126.67	0.41	0.63	0.04	0.22	0.17	0.23862789	1.20	0.43	0.91	0.57	0.19
<b>Bodega n° 4 y bodega n° 3</b>	104.92	148.42	0.52	0.74	0.26	0.22	-0.04	0.23862789	1.20	0.56	0.91	0.57	0.19
<b>Bodega n° 3 y bodega n° 2</b>	126.67	170.17	0.63	0.85	0.48	0.22	-0.26	0.23862789	1.20	0.69	0.91	0.57	0.19
<b>Bodega n° 2 y bodega n° 1</b>	148.42	191.92	0.74	0.95	0.69	0.22	-0.48	0.23862789	1.20	0.82	0.91	0.57	0.19
<b>Bodega n° 1 y pique de proa</b>	170.17	207.40	0.85	1.03	0.88	0.19	-0.69	0.23862789	1.20	0.93	0.78	0.45	0.13



Compartimento	p	q	pi'	p(i,i+1)'	b	r	pi	C	GZ	Gama	si	pi x si
Pique de popa	0.021	0.000	0.021		11.30	1.00	0.02	1	0.1	20	1	0.021
Cámara de máquinas	0.053	0.001	0.032		12.78	0.91	0.03	1	0.1	20	1	0.030
Bodega n° 7 (+ tanques de lastre)	0.042	0.001	0.033		14.24	0.97	0.03	1	0.1	20	1	0.033
Bodega n° 6 (+ tanques de lastre)	0.042	0.001	0.041		14.52	0.98	0.04	1	0.1	20	1	0.040
Bodega n° 5 (+ tanques de lastre)	0.042	0.001	0.048		14.55	0.98	0.05	1	0.1	20	1	0.047
Bodega n° 4 (+ tanques de lastre)	0.042	0.001	0.050		14.55	0.98	0.05	1	0.1	20	1	0.049
Bodega n° 3 (+ tanques de lastre)	0.042	0.001	0.050		14.55	0.98	0.05	1	0.1	20	1	0.049
Bodega n° 2 (+ tanques de lastre)	0.042	0.001	0.050		14.54	0.98	0.05	1	0.1	20	1	0.049
Bodega n° 1 (+ tanques de lastre)	0.042	0.001	0.050		13.59	0.95	0.05	1	0.1	20	1	0.048
Pique de proa	0.022	0.000	0.022		9.48	0.85	0.02	1	0.1	20	1	0.019
Pique de popa y cámara de máquinas	0.118	0.003	0.084	0.030	12.04	0.85	0.03	1	0.1	20	1	0.026
Cámara de máquinas y bodega n° 7	0.152	0.005	0.107	0.027	13.66	0.89	0.02	1	0.1	20	1	0.024
Bodega n° 7 y bodega n° 6	0.137	0.004	0.122	0.038	14.40	0.92	0.04	1	0.1	20	1	0.035
Bodega n° 6 y bodega n° 5	0.137	0.004	0.145	0.055	14.54	0.93	0.05	1	0.1	20	1	0.051
Bodega n° 5 y bodega n° 4	0.137	0.004	0.164	0.066	14.55	0.93	0.06	1	0.1	20	1	0.062
Bodega n° 4 y bodega n° 3	0.137	0.004	0.164	0.064	14.55	0.93	0.06	1	0.1	20	1	0.060
Bodega n° 3 y bodega n° 2	0.137	0.004	0.164	0.064	14.55	0.93	0.06	1	0.1	20	1	0.060
Bodega n° 2 y bodega n° 1	0.137	0.004	0.164	0.064	14.07	0.91	0.06	1	0.1	20	1	0.059
Bodega n° 1 y pique de proa	0.106	0.003	0.138	0.066	11.53	0.83	0.05	1	0.1	20	1	0.055
<b>A</b>												<b>0,813</b>

**Anexos I:**

**Situaciones de carga para distintas densidades**

## **1.- SALIDA CARGADO AL 100% CON CARGA HOMOGÉNEA (FACTOR DE ESTIBA 1,266 $m^3/t$ ) Y CONSUMIBLES AL 100%**

### **1.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase - 1,266  $m^3/T$ , Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/ $m^3$ ), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	0.000	10.484	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	0.000	7.940	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilidadación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum

<b>Lastre 1 Babor</b>	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa</b>	0%	289.628	0.000	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa Estribor</b>	0%	371.187	0.000	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa Babor</b>	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
<b>Pique de Proa</b>	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Cen</b>	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Cent</b>	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Cos</b>	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Cost</b>	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;1,5%S Estribor</b>	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;1,5%S Babor</b>	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;0,1%S Estribor</b>	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;0,1%S Babor</b>	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
<b>HFO Sedimentación Estribor</b>	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
<b>HFO Sedimentación Babor</b>	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
<b>HFO Servicio Diario Estribor</b>	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
<b>HFO Servicio Diario Babor</b>	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
<b>Diesel Oil Almacén Estribor</b>	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
<b>Diesel Oil Almacén Babor</b>	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
<b>Diesel Oil Servicio Diario</b>	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
<b>Aceite Almacén Cilindros</b>	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
<b>Aceite Almacén Cojinetes</b>	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
<b>Aceite Almacén Motores Auxiliar</b>	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
<b>Aceite Servicio Diario Motor Pp</b>	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
<b>Aceite Sucio del Motor Ppal</b>	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
<b>Agua Potable</b>	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
<b>Agua Dulce Estribor</b>	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
<b>Agua Dulce Babor</b>	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
<b>Sentinas (Aguas Grises)</b>	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
<b>Aguas Negras</b>	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
<b>HFO Reboses y Derrames</b>	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
<b>Escotilla 7</b>	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
<b>Escotilla 6</b>	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
<b>Escotilla 5</b>	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum

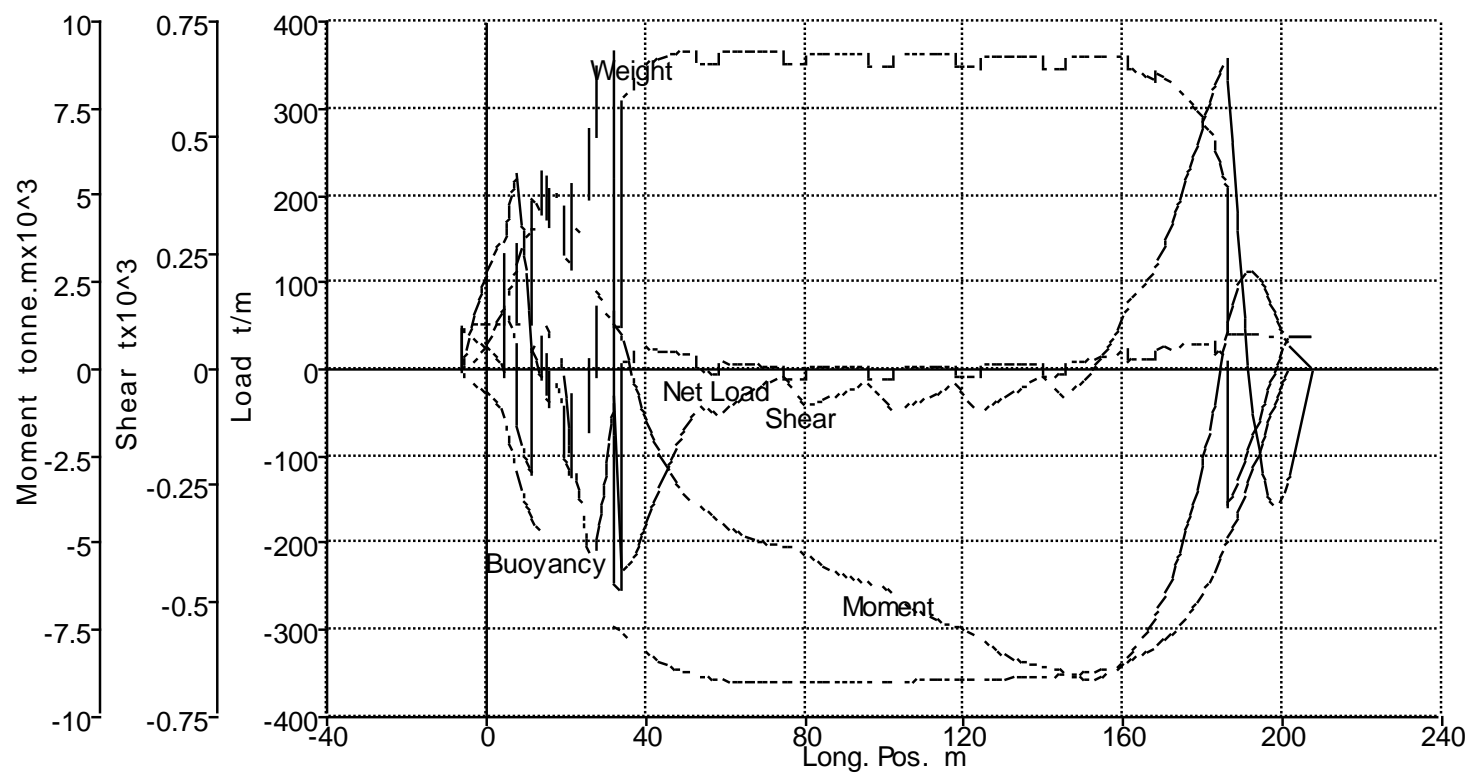
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			60155.295	100.540	-0.001	9.881	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						9.881		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.116	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.524
Displacement tonne	60155	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	95.807
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.209
Draft at FP m	11.777	KG fluid m	9.881
Draft at AP m	12.455	BMt m	5.404
Draft at LCF m	12.122	BML m	247.731
Trim (+ve by stern) m	0.678	GMt corrected m	1.732
WL Length m	200.915	GML corrected m	244.058
WL Beam m	29.100	KMt m	11.613
Wetted Area m^2	9291.413	KML m	253.939
Waterpl. Area m^2	5172.947	Immersion (TPc) tonne/cm	53.023
Prismatic Coeff.	0.830	MTc tonne.m	752.590
Block Coeff.	0.808	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1817.902
Midship Area Coeff.	0.992	Max deck inclination deg	0.2
Waterpl. Area Coeff.	0.885	Trim angle (+ve by stern) deg	0.2

**1.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Salida cargado con carga homogénea ( $1,266 \text{ m}^3/\text{t}$ )****Loadcase -  $1,266 \text{ m}^3/\text{T}$ , Damage Case – Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density =  $1.025 \text{ tonne/m}^3$ ), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	10.484
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	11.570	27.570	0.000	7.940
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	0%	289.628	0.000	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316			6.003	14.774
Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316			-6.003	14.774

Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010
<b>Total Loadcase</b>			60155.295	100.540	-0.001	9.881



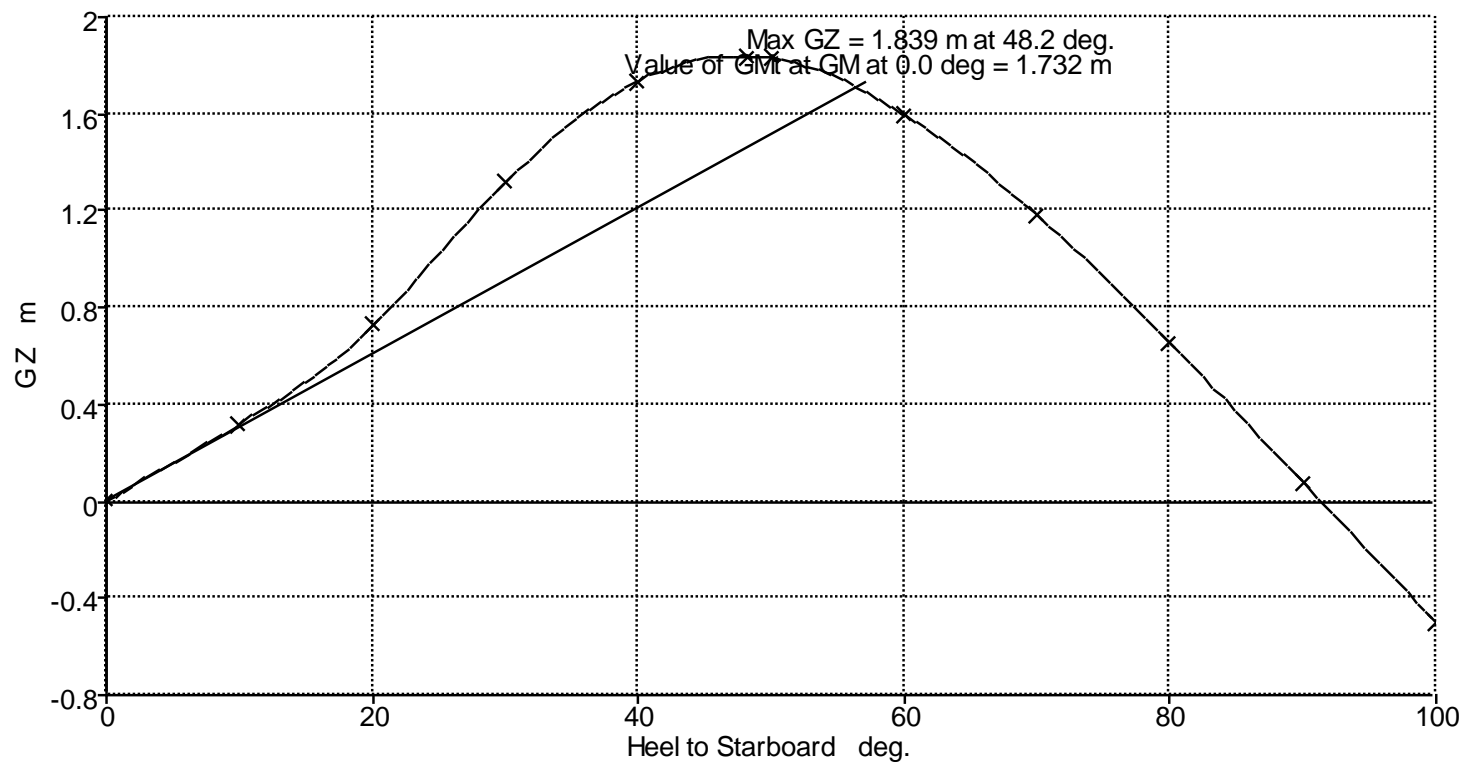


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 <sup>3</sup>	Moment tonne.mx10 <sup>3</sup>
C 0	0.000	25.660	52.098	26.438	0.207	0.704
C 0.5	4.881	66.870	136.575	69.704	0.293	1.973
C 1	9.762	153.271	51.437	-101.834	0.241	3.734
C 1.5	14.642	198.725	223.230	24.505	0.085	4.198
C 2	19.523	232.116	188.441	-43.675	-0.012	4.481
C 2.5	24.404	259.578	201.114	-58.464	-0.326	3.547
C 3	29.285	283.771	355.944	72.173	-0.270	1.796
C 3.5	34.165	304.513	312.383	7.870	-0.432	0.818
C 4	39.046	321.989	346.375	24.386	-0.357	-1.121
C 5	48.808	346.102	364.620	18.517	-0.146	-3.461
C 6	58.569	357.161	351.225	-5.936	-0.100	-4.352
C 7	68.331	360.189	364.758	4.570	-0.041	-4.949
C 8	78.092	360.749	349.869	-10.880	-0.057	-5.197
C 9	87.854	360.170	363.402	3.232	-0.058	-5.817
C 10	97.615	359.276	348.513	-10.763	-0.047	-6.179
C 11	107.377	358.287	362.046	3.760	-0.075	-6.886
C 12	117.138	357.247	361.369	4.122	-0.036	-7.375
C 13	126.900	356.119	360.691	4.572	-0.079	-7.988
C 14	136.661	354.571	360.013	5.442	-0.031	-8.477
C 15	146.423	351.515	359.335	7.820	-0.054	-8.767
C 16	156.184	343.983	358.657	14.673	0.050	-8.785
C 17	165.946	325.228	336.115	10.886	0.191	-7.487
C 18	175.707	284.759	312.925	28.166	0.409	-4.627
C 18.5	180.588	250.922	279.836	28.914	0.550	-2.261
C 19	185.469	204.180	216.787	12.607	0.662	0.759
C 19.5	190.349	144.191	39.214	-104.977	0.107	2.773
C 20	195.230	75.822	38.884	-36.938	-0.245	2.332

### 1.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

**Loadcase - Salida cargado con carga homogénea ( $1,266 \text{ m}^3/\text{t}$ )**

**Loadcase -  $1,266 \text{ m}^3/\text{T}$ , Damage Case – Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; Density =  $1.025 \text{ tonne/m}^3$ ). Fluid analysis method: Use corrected VCG



Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	60155	60152	60155	60154	60155	60155	60155	60160	60159	60158
Draft at FP m	11.777	11.792	11.830	11.892	12.338	13.325	14.893	17.867	26.479	N/A
Draft at AP m	12.455	12.409	12.280	12.085	12.289	12.976	14.158	16.476	23.257	N/A
WL Length m	200.915	200.920	200.968	201.087	201.058	203.392	205.950	207.006	206.935	205.962
Immersed Depth m	12.420	14.199	15.852	17.053	18.093	18.882	19.183	18.972	18.270	17.336
WL Beam m	29.100	29.549	30.966	31.636	29.337	25.320	22.508	20.910	20.055	19.859
Wetted Area m^2	9291.413	9301.001	9333.716	9502.237	9851.763	10000.196	10053.329	10088.775	10109.273	10128.602
Waterpl. Area m^2	5172.947	5259.656	5533.194	5700.775	5275.247	4683.014	4227.830	3943.589	3797.112	3759.133
Prismatic Coeff.	0.830	0.831	0.835	0.843	0.855	0.853	0.847	0.845	0.847	0.852
Block Coeff.	0.808	0.696	0.595	0.541	0.550	0.604	0.660	0.715	0.774	0.828
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.524	100.529	100.532	100.537	100.541	100.545	100.549	100.553	100.555	100.557
VCB from DWL m	-5.897	-5.876	-5.824	-5.787	-6.098	-6.656	-7.182	-7.599	-7.871	-7.978
GZ m	0.001	0.317	0.725	1.317	1.735	1.831	1.601	1.181	0.653	0.077
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	95.807	95.927	96.211	97.299	98.862	99.369	99.573	99.524	99.523	99.430
TCF to zero pt. m	0.000	2.272	4.482	5.760	5.232	6.186	7.417	8.474	9.290	9.836
Max deck inclination deg	0.2	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.2	-0.4	-0.9	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 30</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	91.3 <b>3.151</b>	deg <b>m.deg</b>	<b>16.8057</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	n/a 91.3 <b>5.157</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>32.3061</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 30 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>&gt;</math>)</b>	n/a 91.3 <b>1.719</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>15.5004</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.3: Angle of maximum GZ</b> <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>25.0</b>	<b>deg</b>	<b>48.2</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.4: Initial GMt</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	0.0 <b>0.150</b>	deg <b>m</b>	<b>1.732</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater</b>				<b>Pass</b>
	<i>in the range from the greater of</i> spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	<i>to the lesser of</i> spec. heel angle	90.0	deg		
	angle of max. GZ <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b> <i>Intermediate values</i> angle at which this GZ occurs	48.2 <b>0.200</b>	deg <b>m</b> deg	48.2 <b>1.839</b> 48.2	<b>Pass</b>

## 2.- LLEGADA CARGADO AL 100% CON CARGA HOMOGÉNEA (FACTOR DE ESTIBA 1,266 $m^3/t$ ) Y CONSUMIBLES AL 10%

### 2.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase - Caso 1,266  $m^3/T$ , Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/ $m^3$ ), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	0.000	10.484	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	0.000	7.940	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilidadación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	100%	1090.495	1090.495	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	100%	1090.495	1090.495	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum

<b>Lastre 1 Babor</b>	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa</b>	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa Estribor</b>	0%	371.187	0.000	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa Babor</b>	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
<b>Pique de Proa</b>	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Cen</b>	10%	401.266	40.105	29.956	3.000	3.245	80.738	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Cent</b>	10%	401.266	40.105	29.956	-3.000	3.245	80.738	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Cos</b>	10%	329.481	32.916	30.085	7.845	3.540	81.883	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Cost</b>	10%	329.481	32.916	30.085	-7.845	3.540	81.883	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;1,5%S Estribor</b>	10%	211.456	21.141	23.110	7.135	4.089	56.842	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;1,5%S Babor</b>	10%	211.456	21.141	23.110	-7.135	4.089	56.842	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;0,1%S Estribor</b>	10%	173.734	17.362	26.257	7.439	3.770	43.949	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;0,1%S Babor</b>	10%	173.734	17.362	26.257	-7.439	3.770	43.949	Maximum
<b>HFO Sedimentación Estribor</b>	100%	84.194	84.194	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
<b>HFO Sedimentación Babor</b>	100%	84.194	84.194	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
<b>HFO Servicio Diario Estribor</b>	10%	84.760	8.472	26.580	3.000	10.304	33.995	Maximum
<b>HFO Servicio Diario Babor</b>	10%	84.760	8.472	26.580	-3.000	10.304	33.995	Maximum
<b>Diesel Oil Almacén Estribor</b>	10%	63.132	6.309	18.480	7.741	10.417	27.222	Maximum
<b>Diesel Oil Almacén Babor</b>	10%	102.697	10.259	17.778	-7.670	10.427	44.147	Maximum
<b>Diesel Oil Servicio Diario</b>	10%	30.141	3.013	16.598	8.062	10.512	9.210	Maximum
<b>Aceite Almacén Cilindros</b>	10%	16.664	1.667	14.407	-8.587	11.248	3.221	Maximum
<b>Aceite Almacén Cojinetes</b>	10%	39.889	3.987	14.348	7.317	10.495	16.876	Maximum
<b>Aceite Almacén Motores Auxiliar</b>	10%	23.225	2.322	14.330	-7.125	10.304	1.310	Maximum
<b>Aceite Servicio Diario Motor Pp</b>	10%	30.484	3.048	18.121	0.000	0.101	12.420	Maximum
<b>Aceite Sucio del Motor Ppal</b>	100%	30.368	30.368	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
<b>Agua Potable</b>	10%	86.475	8.640	6.089	-5.235	11.324	22.781	Maximum
<b>Agua Dulce Estribor</b>	10%	132.554	13.252	6.140	5.538	11.449	153.519	Maximum
<b>Agua Dulce Babor</b>	10%	46.080	4.607	6.361	-8.085	12.070	16.179	Maximum
<b>Sentinas (Aguas Grises)</b>	100%	37.855	37.855	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
<b>Aguas Negras</b>	100%	37.855	37.855	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
<b>HFO Reboses y Derrames</b>	100%	23.371	23.371	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
<b>Escotilla 7</b>	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
<b>Escotilla 6</b>	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			60248.110	101.037	0.000	9.691	901.697	
FS correction:						0.015		
VCG fluid:						9.706		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.137	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	101.032
Displacement tonne	60248	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	95.996
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.217
Draft at FP m	12.001	KG fluid m	9.706
Draft at AP m	12.272	BMt m	5.388
Draft at LCF m	12.139	BML m	246.385
Trim (+ve by stern) m	0.271	GMt corrected m	1.898
WL Length m	200.960	GML corrected m	242.895
WL Beam m	29.100	KMt m	11.604
Wetted Area m^2	9291.992	KML m	252.602
Waterpl. Area m^2	5166.180	Immersion (TPc) tonne/cm	52.953
Prismatic Coeff.	0.832	MTc tonne.m	750.161
Block Coeff.	0.820	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1995.731
Midship Area Coeff.	0.994	Max deck inclination deg	0.1
Waterpl. Area Coeff.	0.883	Trim angle (+ve by stern) deg	0.1

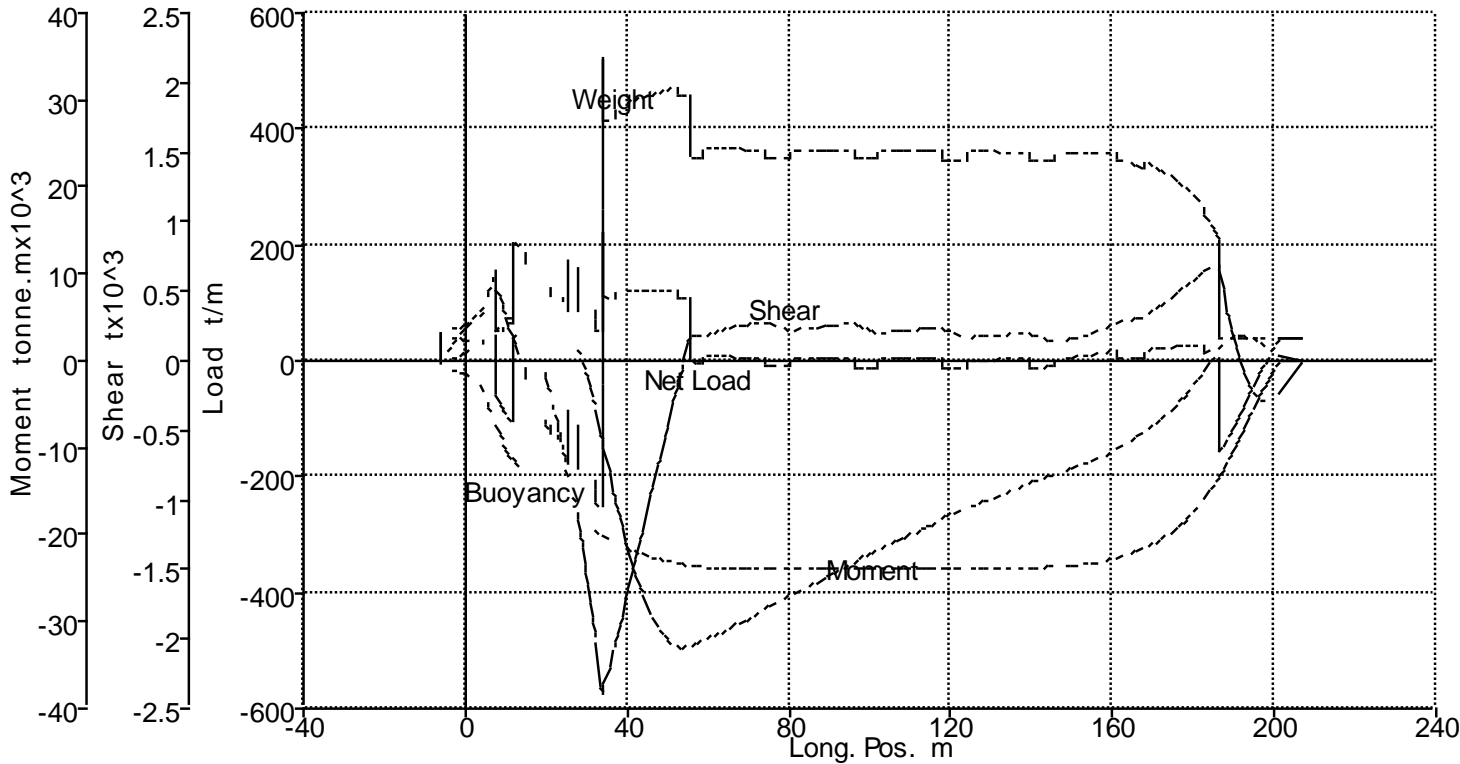
**2.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Llegada cargado con carga homogénea ( $1,266 \text{ m}^3/\text{t}$ )****Loadcase - Caso  $1,266 \text{ m}^3/\text{T}$ , Damage Case – Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density =  $1.025 \text{ tonne/m}^3$ ), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	10.484
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	11.570	27.570	0.000	7.940
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	100%	1090.495	1090.495	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	100%	1090.495	1090.495	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316			6.003	14.774



Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	10%	401.266	40.105	29.956	3.000	3.246
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	10%	401.266	40.105	29.956	-3.000	3.246
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	10%	329.481	32.916	30.085	7.845	3.541
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	10%	329.481	32.916	30.085	-7.845	3.541
HFO Almacén <1,5%S Estribor	10%	211.456	21.141	23.110	7.135	4.088
HFO Almacén <1,5%S Babor	10%	211.456	21.141	23.110	-7.135	4.088
HFO Almacén <0,1%S Estribor	10%	173.734	17.362	26.257	7.439	3.770
HFO Almacén <0,1%S Babor	10%	173.734	17.362	26.257	-7.439	3.770
HFO Sedimentación Estribor	100%	84.194	84.194	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	100%	84.194	84.194	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	10%	84.760	8.472	26.580	3.000	10.304
HFO Servicio Diario Babor	10%	84.760	8.472	26.580	-3.000	10.304
Diesel Oil Almacén Estribor	10%	63.132	6.309	18.480	7.741	10.417
Diesel Oil Almacén Babor	10%	102.697	10.259	17.778	-7.670	10.428
Diesel Oil Servicio Diario	10%	30.141	3.013	16.598	8.061	10.511
Aceite Almacén Cilindros	10%	16.664	1.667	14.407	-8.586	11.248
Aceite Almacén Cojinetes	10%	39.889	3.987	14.348	7.317	10.494
Aceite Almacén Motores Auxiliar	10%	23.225	2.322	14.330	-7.125	10.304
Aceite Servicio Diario Motor Pp	10%	30.484	3.048	18.121	0.000	0.101
Aceite Sucio del Motor Ppal	100%	30.368	30.368	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	10%	86.475	8.640	6.089	-5.235	11.324
Agua Dulce Estribor	10%	132.554	13.252	6.140	5.538	11.449
Agua Dulce Babor	10%	46.080	4.607	6.361	-8.085	12.070
Sentinas (Aguas Grises)	100%	37.855	37.855	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	100%	37.855	37.855	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	100%	23.371	23.371	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010

Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010
Total Loadcase			60248.110	101.037	0.000	9.691

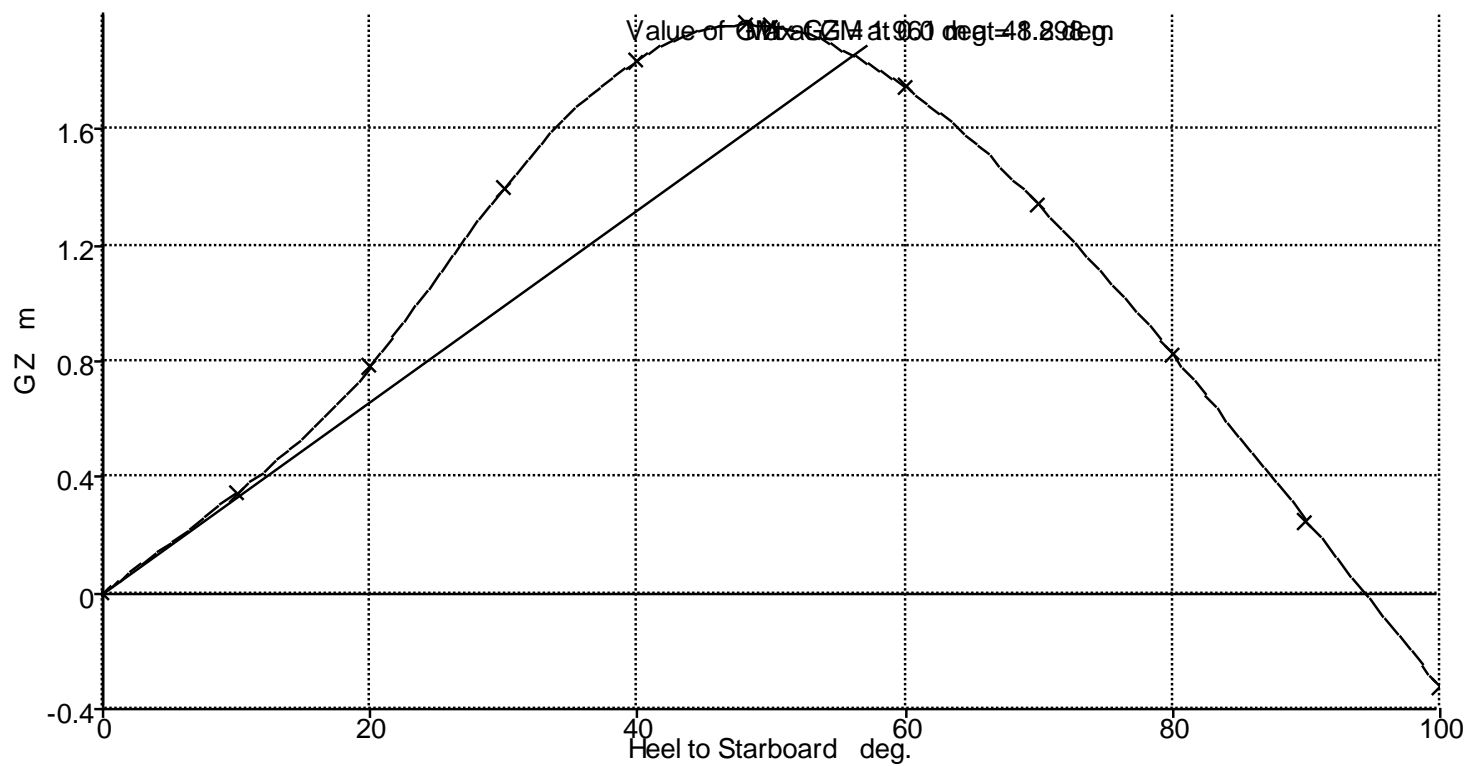


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	23.035	59.421	36.385	0.237	0.751
C 0.5	4.881	63.905	101.625	37.721	0.405	2.342
C 1	9.762	150.032	61.532	-88.501	0.341	4.525
C 1.5	14.642	195.395	189.669	-5.726	0.214	5.618
C 2	19.523	228.787	131.904	-96.883	-0.075	6.133
C 2.5	24.404	256.312	97.658	-158.654	-0.688	4.378
C 3	29.285	280.614	83.084	-197.530	-1.411	-0.607
C 3.5	34.165	301.508	439.013	137.504	-2.341	-9.940
C 4	39.046	319.175	441.512	122.337	-1.777	-20.006
C 5	48.808	343.761	465.186	121.425	-0.597	-31.544
C 6	58.569	355.379	351.225	-4.154	0.175	-32.297
C 7	68.331	359.002	364.758	5.756	0.248	-30.170
C 8	78.092	360.167	349.869	-10.298	0.240	-27.582
C 9	87.854	360.194	363.402	3.208	0.243	-25.310
C 10	97.615	359.908	348.513	-11.394	0.250	-22.782
C 11	107.377	359.525	362.046	2.521	0.213	-20.659
C 12	117.138	359.092	361.369	2.276	0.237	-18.437
C 13	126.900	358.572	360.691	2.119	0.173	-16.514
C 14	136.661	357.627	360.013	2.385	0.194	-14.702
C 15	146.423	355.160	359.335	4.175	0.138	-12.981
C 16	156.184	348.158	358.657	10.499	0.204	-11.335
C 17	165.946	329.759	336.115	6.355	0.302	-8.770
C 18	175.707	289.281	312.925	23.644	0.476	-5.072
C 18.5	180.588	255.201	279.836	24.635	0.595	-2.449
C 19	185.469	207.951	216.787	8.836	0.688	0.727
C 19.5	190.349	146.969	39.214	-107.755	0.116	2.808
C 20	195.230	76.368	38.884	-37.484	-0.244	2.370

### 2.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

Loadcase - Llegada cargado con carga homogénea ( $1,266 \text{ m}^3/\text{t}$ )

Loadcase - Caso  $1,266 \text{ m}^3/\text{T}$ , Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; Density =  $1.025 \text{ tonne/m}^3$ . Fluid analysis method: Use corrected VCG



Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	60248	60246	60242	60245	60248	60248	60248	60253	60252	60251
Draft at FP m	12.001	12.014	12.047	12.115	12.607	13.676	15.380	18.620	28.006	N/A
Draft at AP m	12.272	12.229	12.100	11.900	12.059	12.675	13.739	15.832	21.951	N/A
WL Length m	200.960	200.964	201.007	201.126	201.234	203.719	206.175	207.066	206.880	205.733
Immersed Depth m	12.258	14.192	15.859	17.084	18.150	18.962	19.276	19.075	18.387	17.486
WL Beam m	29.100	29.549	30.966	31.562	29.336	25.320	22.483	20.894	20.033	19.848
Wetted Area m^2	9292.001	9302.314	9335.633	9509.056	9859.007	10009.988	10063.955	10097.162	10122.948	10139.867
Waterpl. Area m^2	5166.183	5253.482	5527.790	5696.584	5269.858	4680.644	4225.973	3944.225	3791.992	3756.441
Prismatic Coeff.	0.832	0.833	0.837	0.841	0.850	0.847	0.841	0.840	0.842	0.848
Block Coeff.	0.820	0.697	0.595	0.542	0.549	0.601	0.658	0.712	0.771	0.823
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	101.032	101.034	101.037	101.041	101.045	101.051	101.057	101.061	101.065	101.068
VCB from DWL m	-5.915	-5.894	-5.840	-5.800	-6.110	-6.669	-7.195	-7.614	-7.886	-7.993
GZ m	0.000	0.346	0.782	1.399	1.839	1.957	1.746	1.340	0.823	0.251
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	95.996	96.101	96.376	97.081	98.528	99.114	99.352	99.379	99.264	99.157
TCF to zero pt. m	0.000	2.277	4.491	5.771	5.238	6.176	7.409	8.464	9.285	9.834
Max deck inclination deg	0.1	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.5	-0.8	-1.8	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 30</b>				Pass
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	94.4 <b>3.151</b>	deg <b>m.deg</b>	<b>18.0658</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 40</b>				Pass
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	n/a 94.4 <b>5.157</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>34.5025</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 30 to 40</b>				Pass
	from the greater of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>&gt;</math>)</b>	n/a 94.4 <b>1.719</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>16.4367</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.3: Angle of maximum GZ</b> <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>25.0</b>	<b>deg</b>	<b>48.2</b>	Pass <b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.4: Initial GMt</b>				Pass
	spec. heel angle <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	0.0 <b>0.150</b>	deg <b>m</b>	<b>1.898</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater</b>				Pass
	<i>in the range from the greater of</i> spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	<i>to the lesser of</i> spec. heel angle	90.0	deg		
	angle of max. GZ <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	48.2 <b>0.200</b>	deg <b>m</b>	48.2 <b>1.399</b>	<b>Pass</b>
	<i>Intermediate values</i> angle at which this GZ occurs		deg	44.5	

### **3.- SALIDA CARGADO AL 100% CON CARGA HOMOGÉNEA (FACTOR DE ESTIBA 1,40 $m^3/t$ ) Y CONSUMIBLES AL 100%**

#### **3.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase - Caso 1,40 T/m<sup>3</sup> FINAL, Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	0.000	10.484	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	0.000	7.940	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	5735.028	5735.028	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	5964.052	5964.052	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	5963.298	5963.298	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	5962.542	5962.542	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	5961.786	5961.786	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	5958.461	5958.461	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	4989.240	4989.240	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum

<b>Lastre 1 Babor</b>	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa</b>	0%	289.628	0.000	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa Estribor</b>	0%	371.187	0.000	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa Babor</b>	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
<b>Pique de Proa</b>	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Cen</b>	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Cent</b>	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Cos</b>	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Cost</b>	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;1,5%S Estribor</b>	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;1,5%S Babor</b>	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;0,1%S Estribor</b>	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;0,1%S Babor</b>	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
<b>HFO Sedimentación Estribor</b>	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
<b>HFO Sedimentación Babor</b>	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
<b>HFO Servicio Diario Estribor</b>	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
<b>HFO Servicio Diario Babor</b>	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
<b>Diesel Oil Almacén Estribor</b>	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
<b>Diesel Oil Almacén Babor</b>	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
<b>Diesel Oil Servicio Diario</b>	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
<b>Aceite Almacén Cilindros</b>	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
<b>Aceite Almacén Cojinetes</b>	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
<b>Aceite Almacén Motores Auxiliar</b>	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
<b>Aceite Servicio Diario Motor Pp</b>	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
<b>Aceite Sucio del Motor Ppal</b>	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
<b>Agua Potable</b>	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
<b>Agua Dulce Estribor</b>	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
<b>Agua Dulce Babor</b>	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
<b>Sentinas (Aguas Grises)</b>	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
<b>Aguas Negras</b>	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
<b>HFO Reboses y Derrames</b>	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
<b>Escotilla 7</b>	100%	202.491	202.491	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
<b>Escotilla 6</b>	100%	202.504	202.504	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
<b>Escotilla 5</b>	100%	202.504	202.504	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum



Escotilla 4	100%	202.504	202.504	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 3	100%	202.504	202.504	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	100%	202.504	202.504	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	173.575	173.575	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			55741.729	99.896	-0.001	9.913	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						9.913		

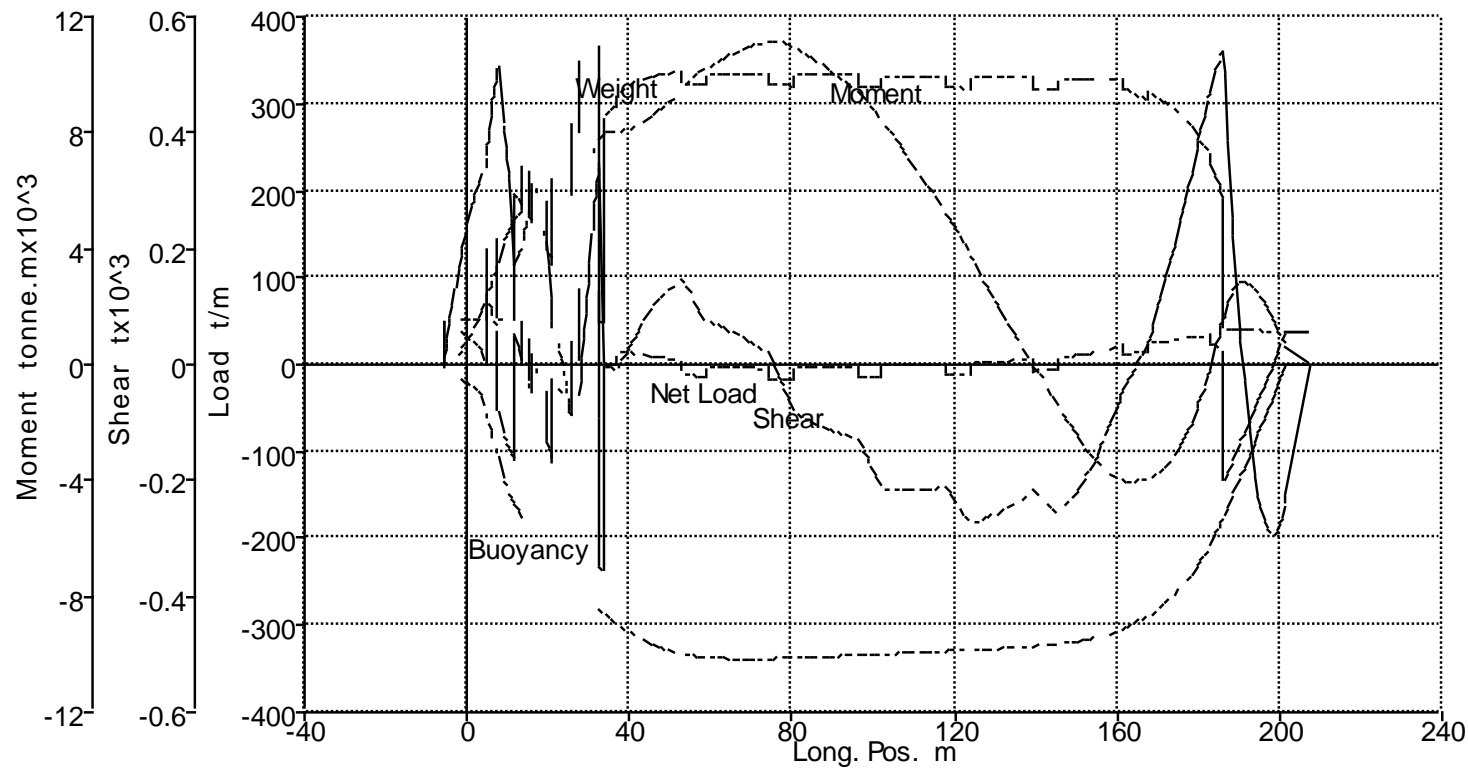
EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	11.275	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	99.869
Displacement tonne	55741	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	96.191
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	5.779
Draft at FP m	10.562	KG fluid m	9.913
Draft at AP m	11.988	BMt m	5.778
Draft at LCF m	11.285	BML m	262.891
Trim (+ve by stern) m	1.426	GMt corrected m	1.643
WL Length m	201.063	GML corrected m	258.757
WL Beam m	29.100	KMt m	11.557
Wetted Area m^2	8942.517	KML m	268.671
Waterpl. Area m^2	5140.715	Immersion (TPc) tonne/cm	52.692
Prismatic Coeff.	0.818	MTc tonne.m	739.364
Block Coeff.	0.780	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1598.481
Midship Area Coeff.	0.992	Max deck inclination deg	0.4
Waterpl. Area Coeff.	0.879	Trim angle (+ve by stern) deg	0.4

**3.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Salida cargado con carga homogénea (1,40 m<sup>3</sup>/t )****Loadcase - 1,40 m<sup>3</sup>/T, Damage Case – Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	10.484
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	11.570	27.570	0.000	7.940
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	5735.028	5735.028	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	5964.052	5964.052	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	5963.298	5963.298	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	5962.542	5962.542	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	5961.786	5961.786	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	5958.461	5958.461	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	4989.240	4989.240	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	0%	289.628	0.000	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316			6.003	14.774

Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	202.491	202.491	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	100%	202.504	202.504	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	202.504	202.504	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	100%	202.504	202.504	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	202.504	202.504	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	100%	202.504	202.504	153.455	0.000	18.010

Escotilla 1	100%	173.575	173.575	175.205	0.000	18.010
Total Loadcase			55741.729	99.896	-0.001	9.913

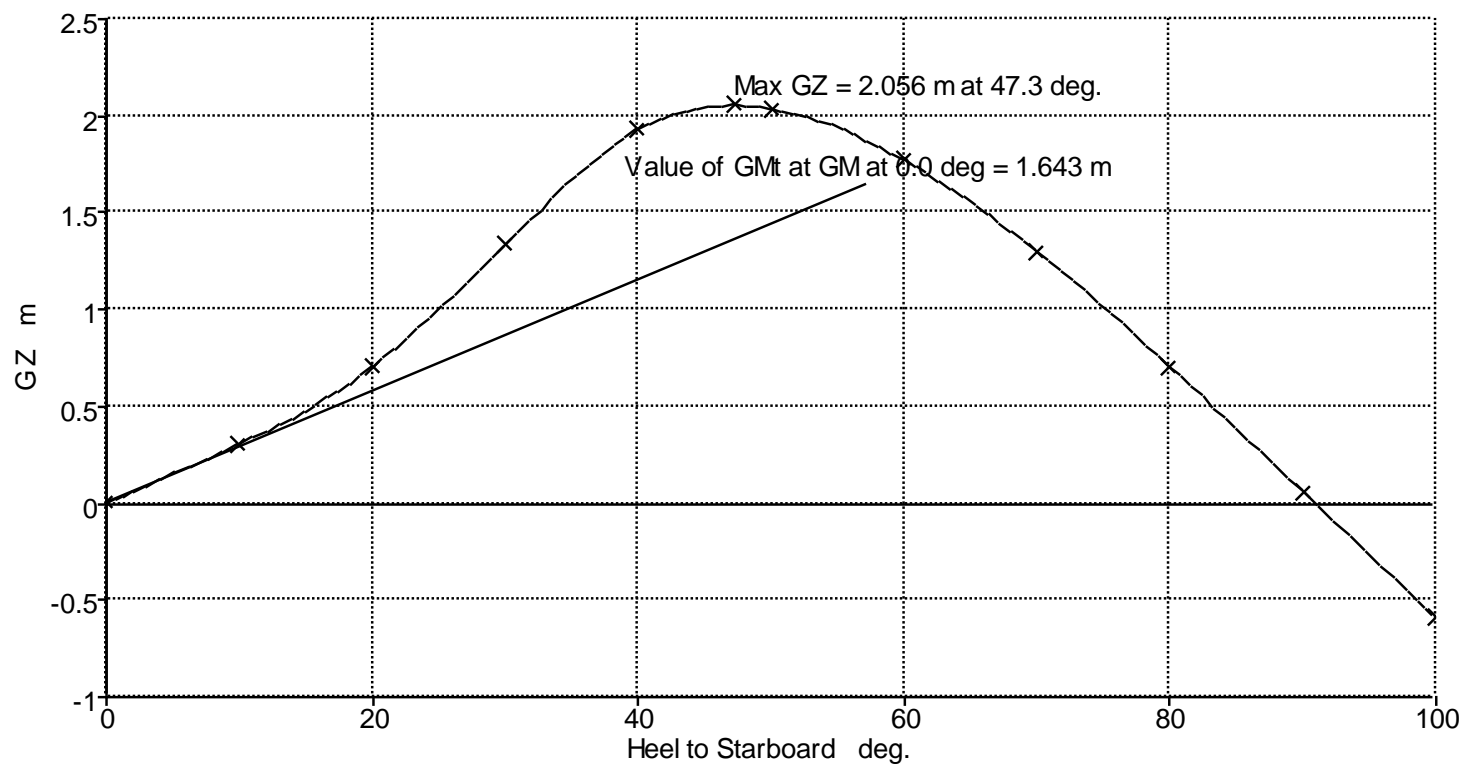


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	19.112	52.098	32.985	0.240	0.802
C 0.5	4.881	58.625	136.575	77.950	0.362	2.322
C 1	9.762	143.284	51.437	-91.847	0.354	4.530
C 1.5	14.642	187.329	223.230	35.901	0.250	5.678
C 2	19.523	219.440	188.441	-30.999	0.212	6.916
C 2.5	24.404	245.697	201.114	-44.583	-0.038	7.241
C 3	29.285	268.726	355.944	87.218	0.090	7.077
C 3.5	34.165	288.365	287.371	-0.995	-0.005	8.044
C 4	39.046	304.805	318.093	13.288	0.022	8.086
C 5	48.808	327.108	334.537	7.429	0.123	8.926
C 6	58.569	336.700	322.356	-14.345	0.075	10.195
C 7	68.331	338.494	334.537	-3.958	0.045	10.881
C 8	78.092	337.894	321.003	-16.891	-0.044	11.112
C 9	87.854	336.188	333.184	-3.004	-0.108	10.336
C 10	97.615	334.177	319.650	-14.526	-0.150	9.229
C 11	107.377	332.070	331.832	-0.238	-0.217	7.354
C 12	117.138	329.913	331.155	1.242	-0.212	5.328
C 13	126.900	327.669	330.479	2.810	-0.269	2.953
C 14	136.661	325.034	329.803	4.769	-0.233	0.565
C 15	146.423	321.018	329.126	8.108	-0.250	-1.658
C 16	156.184	312.938	328.450	15.512	-0.139	-3.537
C 17	165.946	294.707	307.992	13.285	0.015	-4.012
C 18	175.707	256.836	286.948	30.112	0.252	-2.746
C 18.5	180.588	225.570	256.979	31.409	0.404	-1.109
C 19	185.469	182.731	199.904	17.174	0.532	1.246
C 19.5	190.349	128.904	39.214	-89.689	0.058	2.826
C 20	195.230	72.849	38.884	-33.965	-0.246	2.298

### 3.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

Loadcase - Salida cargado con carga homogénea ( $1,40 \text{ m}^3/\text{t}$ )

Loadcase -1,40  $\text{m}^3/\text{T}$ , Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; Density = 1.025 tonne/ $\text{m}^3$ ). Fluid analysis method: Use corrected VCG



Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	55741	55739	55742	55745	55742	55742	55742	55746	55745	55745
Draft at FP m	10.562	10.579	10.632	10.703	10.951	11.477	12.289	13.811	18.198	N/A
Draft at AP m	11.988	11.943	11.807	11.565	11.593	11.998	12.735	14.225	18.625	N/A
WL Length m	201.063	201.051	201.308	201.769	202.108	202.717	204.603	206.432	207.098	206.861
Immersed Depth m	11.914	13.469	15.136	16.347	17.308	17.962	18.140	17.833	17.070	16.063
WL Beam m	29.100	29.549	30.963	33.504	30.094	25.348	22.637	20.982	20.153	19.985
Wetted Area m^2	8942.517	8951.672	8982.271	9074.187	9418.145	9511.187	9561.615	9591.457	9613.462	9625.530
Waterpl. Area m^2	5140.715	5227.894	5497.060	5931.468	5448.629	4741.099	4271.018	3985.871	3834.429	3801.459
Prismatic Coeff.	0.818	0.820	0.824	0.831	0.844	0.852	0.849	0.845	0.844	0.847
Block Coeff.	0.780	0.680	0.576	0.492	0.517	0.589	0.647	0.704	0.763	0.819
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	99.869	99.868	99.872	99.867	99.884	99.887	99.890	99.892	99.894	99.896
VCB from DWL m	-5.478	-5.471	-5.460	-5.466	-5.744	-6.231	-6.696	-7.071	-7.319	-7.424
GZ m	0.001	0.304	0.704	1.336	1.928	2.039	1.773	1.297	0.704	0.058
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	96.191	96.232	96.417	97.173	99.109	99.554	99.759	99.906	99.969	99.805
TCF to zero pt. m	0.000	2.110	4.170	6.027	5.693	6.812	7.911	8.802	9.444	9.796
Max deck inclination deg	0.4	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 30</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	90.9 <b>3.151</b>	deg <b>m.deg</b>	<b>16.4330</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	90.9 <b>5.157</b>	deg <b>m.deg</b>	<b>33.0058</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 30 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>&gt;</math>)</b>	90.9 <b>1.719</b>	deg <b>m.deg</b>	<b>16.5728</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.3: Angle of maximum GZ</b>				Pass
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>25.0</b>	<b>deg</b>	<b>47.3</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.4: Initial GMt</b>				Pass
	spec. heel angle <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	0.0 <b>0.150</b>	deg <b>m</b>	<b>1.643</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater</b>				<b>Pass</b>
	<i>in the range from the greater of</i>				
	spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	<i>to the lesser of</i> spec. heel angle	90.0	deg		
	angle of max. GZ	47.3	deg	47.3	
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.200</b>	<b>m</b>	<b>2.056</b>	<b>Pass</b>
	<i>Intermediate values</i>				
	angle at which this GZ occurs		deg	47.3	



#### 4.- LLEGADA CARGADO AL 100% CON CARGA HOMOGÉNEA (FACTOR DE ESTIBA 1,40 $m^3/t$ ) Y CONSUMIBLES AL 10%

##### 4.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase - Caso 1,40  $m^3/T$ , Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/ $m^3$ ), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	0.000	10.484	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	0.000	7.940	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	5735.028	5735.028	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	5964.052	5964.052	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	5963.298	5963.298	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	5962.542	5962.542	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	5961.786	5961.786	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	5958.461	5958.461	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	4989.240	4989.240	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	100%	1090.495	1090.495	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	100%	1090.495	1090.495	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum

<b>Lastre 1 Babor</b>	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa</b>	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa Estribor</b>	0%	371.187	0.000	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa Babor</b>	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
<b>Pique de Proa</b>	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Cen</b>	10%	401.266	40.127	29.953	3.000	3.246	80.738	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Cent</b>	10%	401.266	40.127	29.953	-3.000	3.246	80.738	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Cos</b>	10%	329.481	32.948	30.083	7.845	3.541	81.885	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Cost</b>	10%	329.481	32.948	30.083	-7.845	3.541	81.885	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;1,5%S Estribor</b>	10%	211.456	21.135	23.109	7.135	4.088	56.848	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;1,5%S Babor</b>	10%	211.456	21.135	23.109	-7.135	4.088	56.848	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;0,1%S Estribor</b>	10%	173.734	17.372	26.256	7.439	3.771	43.951	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;0,1%S Babor</b>	10%	173.734	17.372	26.256	-7.439	3.771	43.951	Maximum
<b>HFO Sedimentación Estribor</b>	100%	84.194	84.194	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
<b>HFO Sedimentación Babor</b>	100%	84.194	84.194	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
<b>HFO Servicio Diario Estribor</b>	10%	84.760	8.476	26.579	3.000	10.304	33.995	Maximum
<b>HFO Servicio Diario Babor</b>	10%	84.760	8.476	26.579	-3.000	10.304	33.995	Maximum
<b>Diesel Oil Almacén Estribor</b>	10%	63.132	6.313	18.479	7.741	10.417	27.224	Maximum
<b>Diesel Oil Almacén Babor</b>	10%	102.697	10.270	17.776	-7.670	10.428	44.151	Maximum
<b>Diesel Oil Servicio Diario</b>	10%	30.141	3.014	16.598	8.062	10.512	9.210	Maximum
<b>Aceite Almacén Cilindros</b>	10%	16.664	1.666	14.406	-8.586	11.247	3.222	Maximum
<b>Aceite Almacén Cojinetes</b>	10%	39.889	3.989	14.347	7.317	10.495	16.877	Maximum
<b>Aceite Almacén Motores Auxiliar</b>	10%	23.225	2.323	14.330	-7.125	10.304	1.310	Maximum
<b>Aceite Servicio Diario Motor Pp</b>	10%	30.484	3.048	18.092	0.000	0.101	12.420	Maximum
<b>Aceite Sucio del Motor Ppal</b>	100%	30.368	30.368	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
<b>Agua Potable</b>	10%	86.475	8.647	6.087	-5.235	11.324	22.781	Maximum
<b>Agua Dulce Estribor</b>	10%	132.554	13.255	6.139	5.538	11.450	153.527	Maximum
<b>Agua Dulce Babor</b>	10%	46.080	4.608	6.360	-8.085	12.070	16.179	Maximum
<b>Sentinas (Aguas Grises)</b>	100%	37.855	37.855	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
<b>Aguas Negras</b>	100%	37.855	37.855	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
<b>HFO Reboses y Derrames</b>	100%	23.371	23.371	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
<b>Escotilla 7</b>	100%	202.491	202.491	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
<b>Escotilla 6</b>	100%	202.504	202.504	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
<b>Escotilla 5</b>	100%	202.504	202.504	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 4	100%	202.504	202.504	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 3	100%	202.504	202.504	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	100%	202.504	202.504	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	173.575	173.575	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			55834.697	100.433	0.000	9.708	901.734	
FS correction:						0.016		
VCG fluid:						9.724		

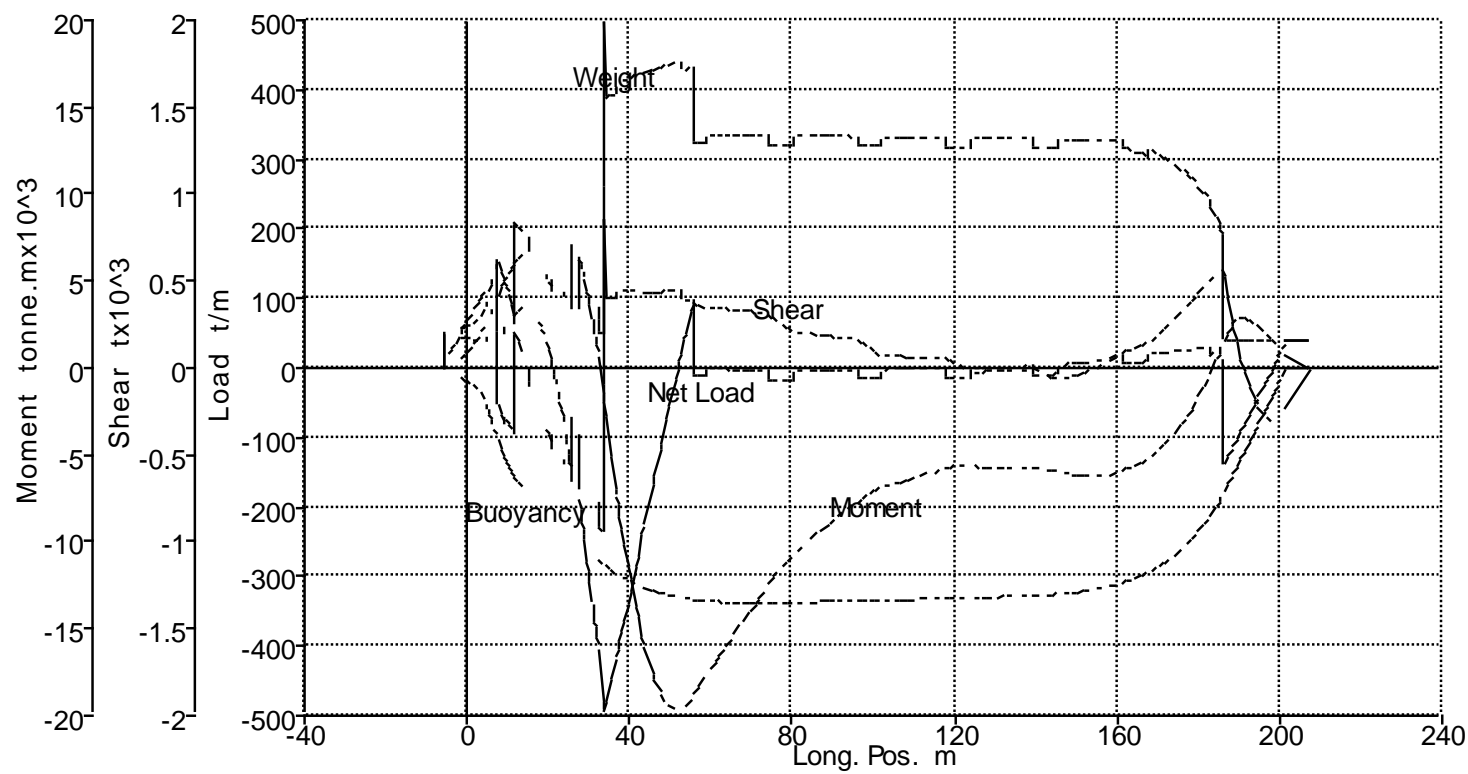
EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	11.295	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.402
Displacement tonne	55835	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	96.361
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	5.785
Draft at FP m	10.783	KG fluid m	9.724
Draft at AP m	11.807	BMt m	5.757
Draft at LCF m	11.301	BML m	260.862
Trim (+ve by stern) m	1.024	GMt corrected m	1.818
WL Length m	200.951	GML corrected m	256.922
WL Beam m	29.100	KMt m	11.542
Wetted Area m^2	8942.497	KML m	266.647
Waterpl. Area m^2	5130.649	Immersion (TPc) tonne/cm	52.589
Prismatic Coeff.	0.823	MTc tonne.m	735.355
Block Coeff.	0.792	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1771.357
Midship Area Coeff.	0.992	Max deck inclination deg	0.3
Waterpl. Area Coeff.	0.877	Trim angle (+ve by stern) deg	0.3

**4.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Llegada cargado con carga homogénea (1,40 m<sup>3</sup>/t )****Loadcase - Caso 1,40 m<sup>3</sup>/T, Damage Case – Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	10.484
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	11.570	27.570	0.000	7.940
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	5735.028	5735.028	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	5964.052	5964.052	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	5963.298	5963.298	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	5962.542	5962.542	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	5961.786	5961.786	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	5958.461	5958.461	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	4989.240	4989.240	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	100%	1090.495	1090.495	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	100%	1090.495	1090.495	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557

Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316	6.003	14.774
Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	10%	401.266	40.127	29.948	3.000	3.246
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	10%	401.266	40.127	29.948	-3.000	3.246
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	10%	329.481	32.940	30.079	7.845	3.541
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	10%	329.481	32.940	30.079	-7.845	3.541
HFO Almacén <1,5%S Estribor	10%	211.456	21.138	23.107	7.135	4.089
HFO Almacén <1,5%S Babor	10%	211.456	21.138	23.107	-7.135	4.089
HFO Almacén <0,1%S Estribor	10%	173.734	17.364	26.255	7.439	3.770
HFO Almacén <0,1%S Babor	10%	173.734	17.364	26.255	-7.439	3.770
HFO Sedimentación Estribor	100%	84.194	84.194	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	100%	84.194	84.194	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	10%	84.760	8.476	26.578	3.000	10.304
HFO Servicio Diario Babor	10%	84.760	8.476	26.578	-3.000	10.304
Diesel Oil Almacén Estribor	10%	63.132	6.312	18.477	7.740	10.417
Diesel Oil Almacén Babor	10%	102.697	10.265	17.771	-7.669	10.428
Diesel Oil Servicio Diario	10%	30.141	3.012	16.597	8.061	10.512
Aceite Almacén Cilindros	10%	16.664	1.665	14.406	-8.586	11.247
Aceite Almacén Cojinetes	10%	39.889	3.986	14.347	7.317	10.494
Aceite Almacén Motores Auxiliar	10%	23.225	2.323	14.329	-7.125	10.304
Aceite Servicio Diario Motor Pp	10%	30.484	3.050	18.029	0.000	0.101
Aceite Sucio del Motor Ppal	100%	30.368	30.368	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	10%	86.475	8.648	6.082	-5.235	11.324
Agua Dulce Estribor	10%	132.554	13.249	6.135	5.537	11.449
Agua Dulce Babor	10%	46.080	4.610	6.357	-8.085	12.070
Sentinas (Aguas Grises)	100%	37.855	37.855	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	100%	37.855	37.855	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	100%	23.371	23.371	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	202.491	202.491	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	100%	202.504	202.504	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	202.504	202.504	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	100%	202.504	202.504	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	202.504	202.504	131.705	0.000	18.010

Escotilla 2	100%	202.504	202.504	153.455	0.000	18.010
Escotilla 1	100%	173.575	173.575	175.205	0.000	18.010
Total Loadcase			55834.656	100.433	0.000	9.708

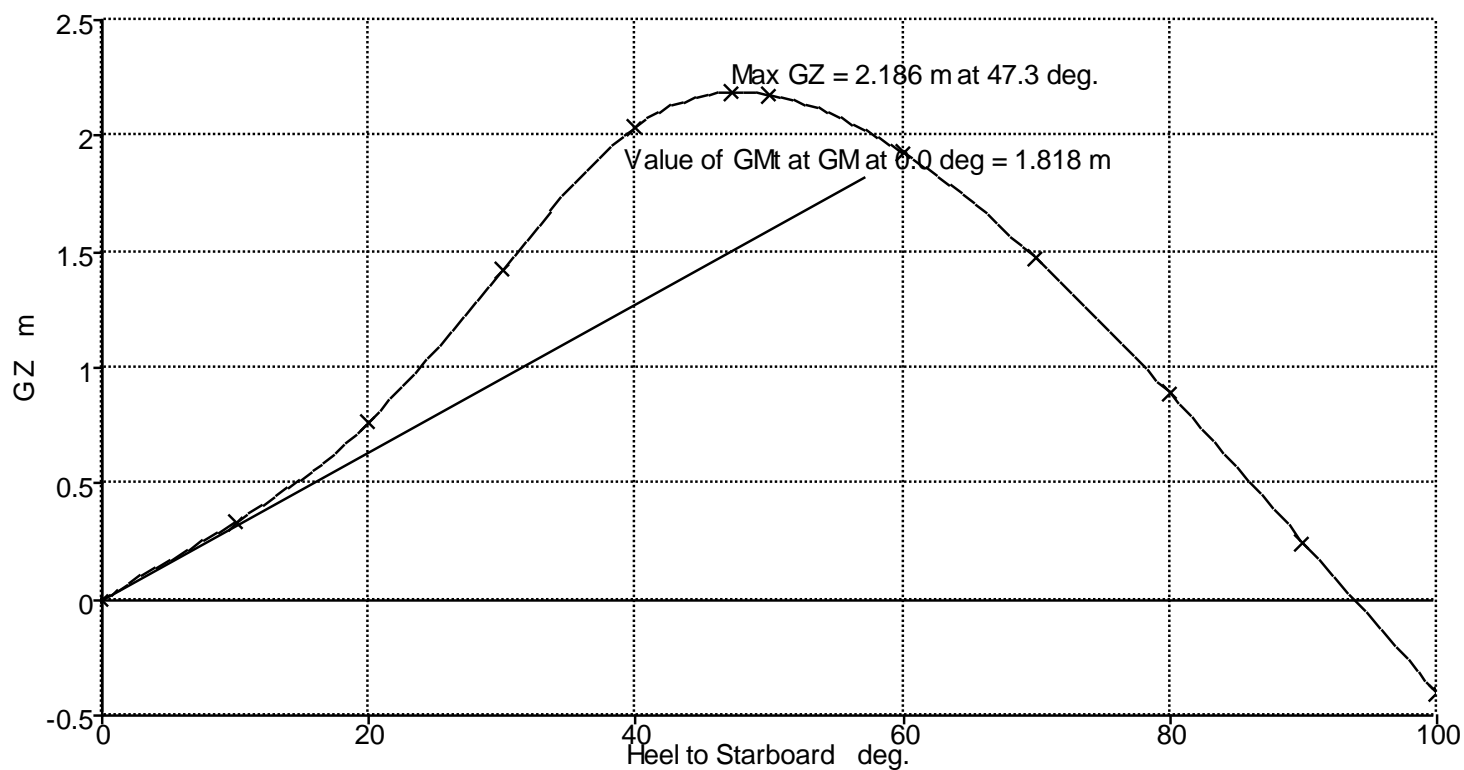


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	16.750	59.421	42.670	0.268	0.869
C 0.5	4.881	55.836	101.678	45.842	0.470	2.721
C 1	9.762	140.166	61.532	-78.634	0.451	5.356
C 1.5	14.642	184.101	189.661	5.560	0.375	7.135
C 2	19.523	216.194	131.855	-84.339	0.144	8.606
C 2.5	24.404	242.498	97.628	-144.870	-0.404	8.105
C 3	29.285	265.623	83.137	-182.487	-1.057	4.705
C 3.5	34.165	285.405	414.000	128.596	-1.919	-2.688
C 4	39.046	302.025	413.230	111.205	-1.404	-10.780
C 5	48.808	324.788	435.104	110.315	-0.333	-19.153
C 6	58.569	334.930	322.356	-12.574	0.344	-17.762
C 7	68.331	337.311	334.537	-2.775	0.328	-14.371
C 8	78.092	337.309	321.003	-16.306	0.248	-11.321
C 9	87.854	336.202	333.184	-3.018	0.187	-9.223
C 10	97.615	334.791	319.650	-15.141	0.141	-7.459
C 11	107.377	333.284	331.832	-1.453	0.066	-6.520
C 12	117.138	331.728	331.155	-0.572	0.056	-5.847
C 13	126.900	330.084	330.479	0.395	-0.022	-5.697
C 14	136.661	328.045	329.803	1.757	-0.012	-5.790
C 15	146.423	324.611	329.126	4.516	-0.061	-6.005
C 16	156.184	317.051	328.450	11.399	0.011	-6.217
C 17	165.946	299.166	307.992	8.827	0.124	-5.417
C 18	175.707	261.263	286.948	25.685	0.317	-3.297
C 18.5	180.588	229.734	256.979	27.245	0.448	-1.391
C 19	185.469	186.370	199.904	13.535	0.557	1.133
C 19.5	190.349	131.594	39.214	-92.379	0.066	2.796
C 20	195.230	73.420	38.884	-34.536	-0.246	2.290

#### 4.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

**Loadcase - Llegada cargado con carga homogénea ( $1,40 \text{ m}^3/\text{t}$ )**

**Loadcase - Caso 1,40  $\text{m}^3/\text{T}$ , Damage Case – Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; Density = 1.025 tonne/ $\text{m}^3$ ). Fluid analysis method: Use corrected VCG





Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	55835	55832	55835	55830	55835	55835	55835	55840	55838	55837
Draft at FP m	10.783	10.805	10.855	10.924	11.210	11.817	12.762	14.541	19.676	N/A
Draft at AP m	11.807	11.758	11.624	11.377	11.371	11.705	12.328	13.598	17.355	N/A
WL Length m	200.951	200.943	200.979	201.447	201.713	202.238	204.874	206.611	207.154	206.759
Immersed Depth m	11.754	13.436	15.109	16.337	17.306	17.975	18.172	17.885	17.141	16.181
WL Beam m	29.100	29.549	30.963	33.361	30.071	25.331	22.611	20.967	20.141	19.969
Wetted Area m <sup>2</sup>	8942.493	8952.135	8984.084	9073.711	9426.853	9520.722	9571.199	9602.963	9624.201	9636.307
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5130.648	5219.558	5490.362	5934.774	5449.200	4737.293	4271.885	3985.343	3832.885	3799.502
Prismatic Coeff.	0.823	0.824	0.829	0.836	0.849	0.855	0.847	0.842	0.841	0.843
Block Coeff.	0.792	0.683	0.579	0.496	0.519	0.592	0.647	0.703	0.762	0.815
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.402	100.414	100.418	100.427	100.430	100.435	100.439	100.442	100.445	100.447
VCB from DWL m	-5.495	-5.488	-5.474	-5.478	-5.753	-6.241	-6.707	-7.082	-7.331	-7.436
GZ m	0.000	0.333	0.764	1.424	2.041	2.176	1.931	1.470	0.887	0.245
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	96.361	96.403	96.579	97.181	98.892	99.298	99.625	99.766	99.785	99.643
TCF to zero pt. m	0.000	2.113	4.178	6.059	5.692	6.800	7.901	8.797	9.440	9.796
Max deck inclination deg	0.3	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.3	-0.7	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 30</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	angle of vanishing stability	93.8	deg		
	<b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	<b>3.151</b>	<b>m.deg</b>	<b>17.7612</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	93.8	deg		
	<b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	<b>5.157</b>	<b>m.deg</b>	<b>35.3404</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 30 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	93.8	deg		
	<b>shall be greater than (<math>&gt;</math>)</b>	<b>1.719</b>	<b>m.deg</b>	<b>17.5792</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.3: Angle of maximum GZ</b>				Pass
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>25.0</b>	<b>deg</b>	<b>47.3</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.4: Initial GMt</b>				Pass
	spec. heel angle	0.0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.150</b>	<b>m</b>	<b>1.818</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater</b>				<b>Pass</b>
	<i>in the range from the greater of</i>				
	spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	<i>to the lesser of</i> spec. heel angle	90.0	deg		
	angle of max. GZ	47.3	deg	47.3	
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.200</b>	<b>m</b>	<b>2.186</b>	<b>Pass</b>
	<i>Intermediate values</i>				
	angle at which this GZ occurs		deg	47.3	

## **5.- SALIDA CARGADO AL 100% CON CARGA HOMOGÉNEA (FACTOR DE ESTIBA 1,55 $m^3/t$ ) Y CONSUMIBLES AL 100%**

### **5.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase - Caso 1,55  $m^3/T$ , Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/ $m^3$ ), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	0.000	10.484	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	0.000	7.940	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilidadación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	5180.232	5180.232	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	5387.101	5387.101	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	5386.420	5386.420	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	5385.738	5385.738	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	5385.054	5385.054	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	5382.051	5382.051	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	4506.590	4506.590	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum

<b>Lastre 2 Estribor</b>	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
<b>Lastre 2 Babor</b>	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
<b>Lastre 1 Estribor</b>	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
<b>Lastre 1 Babor</b>	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa</b>	0%	289.628	0.000	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa Estribor</b>	0%	371.187	0.000	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa Babor</b>	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
<b>Pique de Proa</b>	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Cen</b>	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Cent</b>	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Cos</b>	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Cost</b>	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;1,5%S Estribor</b>	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;1,5%S Babor</b>	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;0,1%S Estribor</b>	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;0,1%S Babor</b>	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
<b>HFO Sedimentación Estribor</b>	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
<b>HFO Sedimentación Babor</b>	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
<b>HFO Servicio Diario Estribor</b>	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
<b>HFO Servicio Diario Babor</b>	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
<b>Diesel Oil Almacén Estribor</b>	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
<b>Diesel Oil Almacén Babor</b>	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
<b>Diesel Oil Servicio Diario</b>	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
<b>Aceite Almacén Cilindros</b>	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
<b>Aceite Almacén Cojinetes</b>	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
<b>Aceite Almacén Motores Auxiliar</b>	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
<b>Aceite Servicio Diario Motor Pp</b>	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
<b>Aceite Sucio del Motor Ppal</b>	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
<b>Agua Potable</b>	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
<b>Agua Dulce Estribor</b>	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
<b>Agua Dulce Babor</b>	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
<b>Sentinas (Aguas Grises)</b>	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
<b>Aguas Negras</b>	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum

HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	182.903	182.903	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	100%	182.914	182.914	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	182.914	182.914	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	100%	182.914	182.914	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 3	100%	182.914	182.914	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	100%	182.914	182.914	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	156.784	156.784	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			51686.182	99.207	-0.001	9.948	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						9.948		

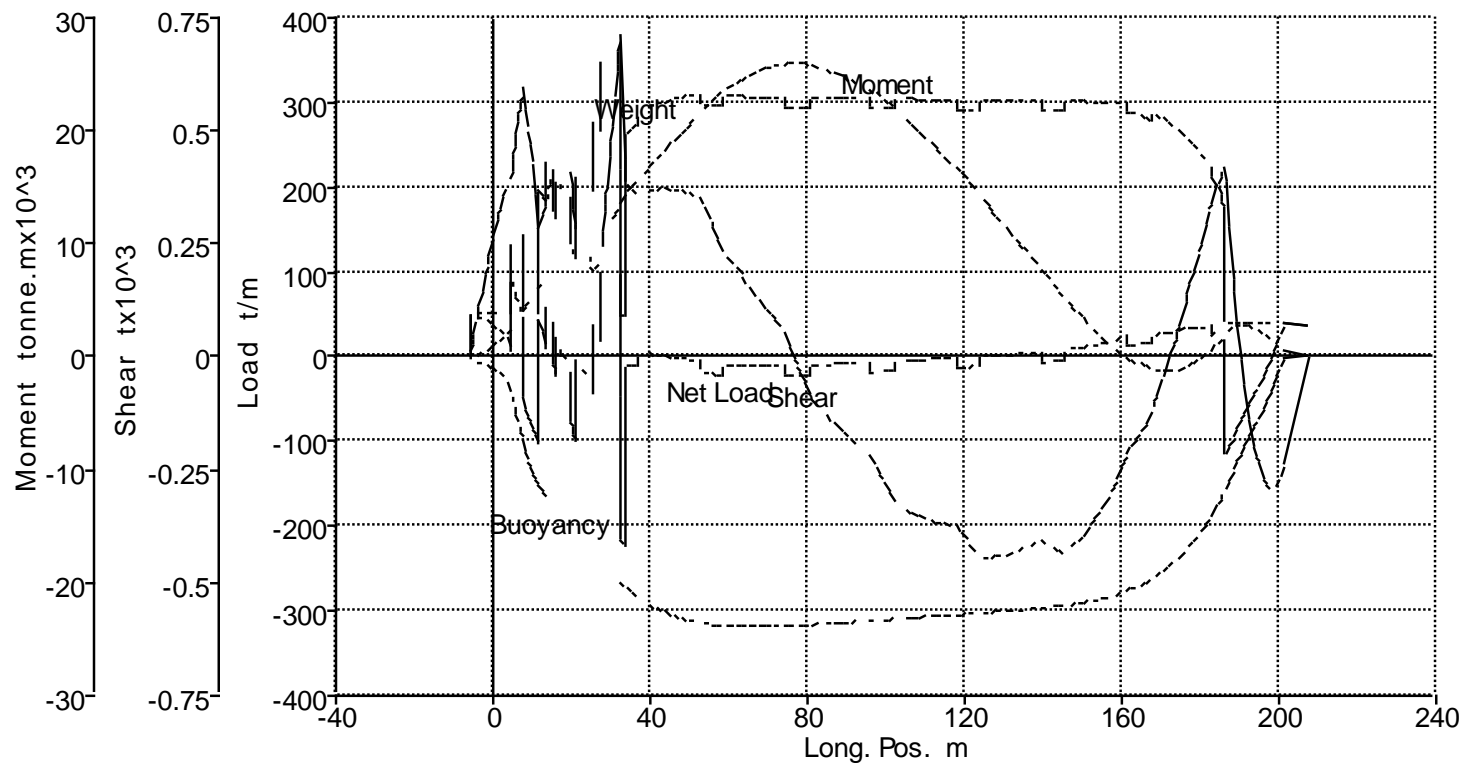
EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	10.500	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	99.156
Displacement tonne	51688	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	96.822
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	5.387
Draft at FP m	9.448	KG fluid m	9.948
Draft at AP m	11.552	BMt m	6.186
Draft at LCF m	10.508	BML m	280.626
Trim (+ve by stern) m	2.104	GMt corrected m	1.625
WL Length m	203.627	GML corrected m	276.064
WL Beam m	29.100	KMt m	11.573
Wetted Area m^2	8612.125	KML m	286.012
Waterpl. Area m^2	5120.093	Immersion (TPc) tonne/cm	52.481
Prismatic Coeff.	0.797	MTc tonne.m	731.455
Block Coeff.	0.744	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1465.787
Midship Area Coeff.	0.989	Max deck inclination deg	0.6
Waterpl. Area Coeff.	0.864	Trim angle (+ve by stern) deg	0.6

**5.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Salida cargado con carga homogénea (1,55 m<sup>3</sup>/t)****Loadcase - Caso 1,55 m<sup>3</sup>/T, Damage Case – Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	10.484
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	11.570	27.570	0.000	7.940
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	5180.232	5180.232	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	5387.101	5387.101	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	5386.420	5386.420	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	5385.738	5385.738	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	5385.054	5385.054	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	5382.051	5382.051	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	4506.590	4506.590	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086

Pique de Popa	0%	289.628	0.000	4.918	0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316	6.003	14.774
Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Rebores y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	182.903	182.903	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	100%	182.914	182.914	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	182.914	182.914	88.205	0.000	18.010

Escotilla 4	100%	182.914	182.914	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	182.914	182.914	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	100%	182.914	182.914	153.455	0.000	18.010
Escotilla 1	100%	156.784	156.784	175.205	0.000	18.010
Total Loadcase			51686.182	99.207	-0.001	9.948



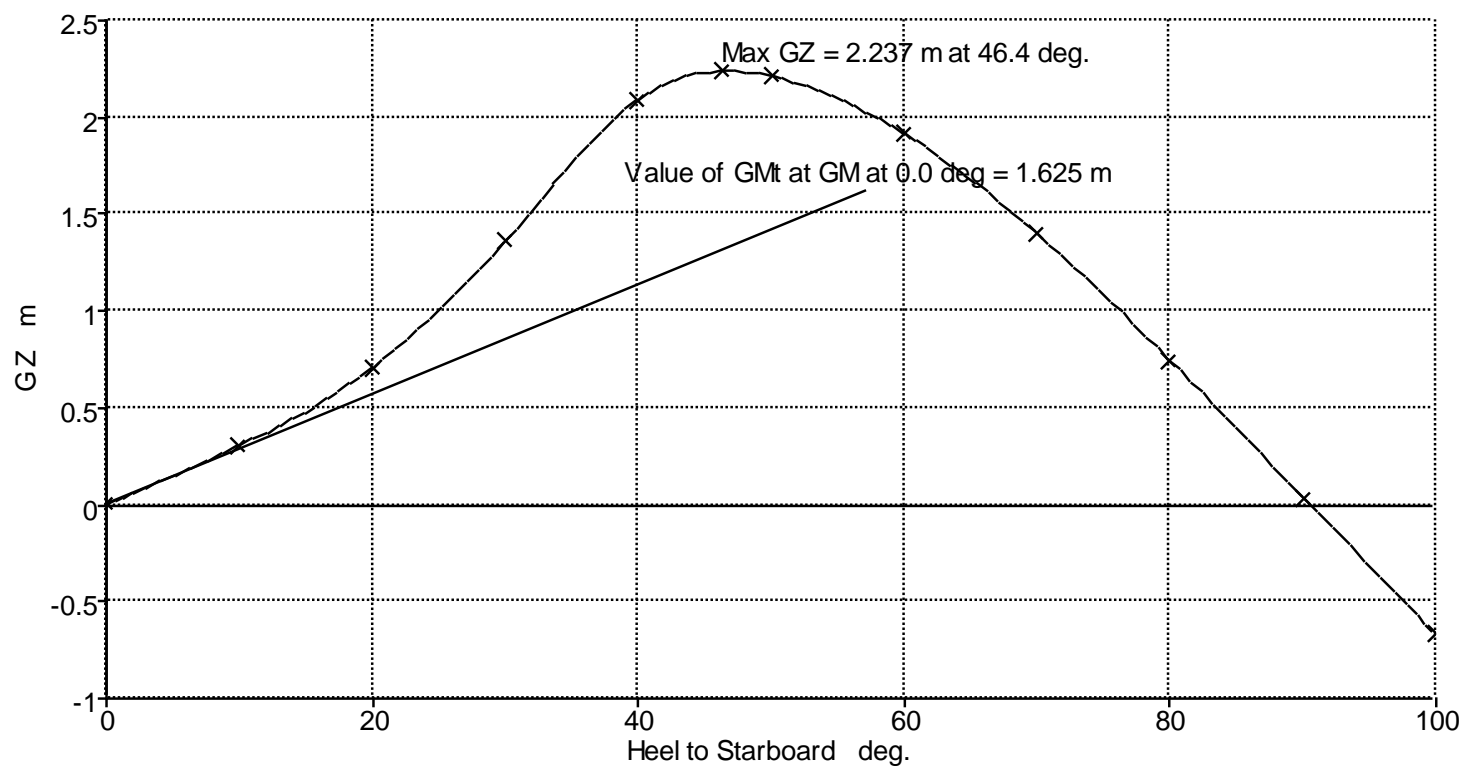


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 <sup>3</sup>	Moment tonne.mx10 <sup>3</sup>
C 0	0.000	13.589	52.098	38.509	0.266	0.906
C 0.5	4.881	51.336	136.575	85.238	0.419	2.654
C 1	9.762	134.239	51.437	-82.802	0.451	5.264
C 1.5	14.642	176.944	223.230	46.286	0.395	7.028
C 2	19.523	207.846	188.441	-19.404	0.411	9.129
C 2.5	24.404	232.962	201.114	-31.847	0.221	10.592
C 3	29.285	254.889	355.944	101.055	0.413	11.872
C 3.5	34.165	273.489	264.387	-9.102	0.381	14.609
C 4	39.046	288.953	292.106	3.153	0.363	16.456
C 5	48.808	309.567	306.895	-2.672	0.365	20.191
C 6	58.569	317.802	295.828	-21.975	0.231	23.427
C 7	68.331	318.470	306.767	-11.703	0.120	25.283
C 8	78.092	316.815	294.478	-22.337	-0.035	25.955
C 9	87.854	314.088	305.417	-8.671	-0.156	25.042
C 10	97.615	311.064	293.129	-17.935	-0.246	23.263
C 11	107.377	307.945	304.068	-3.877	-0.348	20.331
C 12	117.138	304.776	303.393	-1.383	-0.374	16.915
C 13	126.900	301.521	302.718	1.197	-0.444	12.945
C 14	136.661	297.902	302.043	4.141	-0.418	8.835
C 15	146.423	293.023	301.368	8.345	-0.429	4.858
C 16	156.184	284.462	300.694	16.232	-0.314	1.290
C 17	165.946	266.750	282.151	15.400	-0.147	-0.800
C 18	175.707	231.358	263.079	31.720	0.106	-0.992
C 18.5	180.588	202.547	235.977	33.430	0.267	-0.027
C 19	185.469	163.357	184.391	21.034	0.408	1.707
C 19.5	190.349	114.985	39.214	-75.771	0.006	2.871
C 20	195.230	68.838	38.884	-29.954	-0.250	2.249

### 5.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

**Loadcase - Salida cargado con carga homogénea ( $1,55 \text{ m}^3/\text{t}$ )**

**Loadcase - Caso  $1,55 \text{ m}^3/\text{T}$ , Damage Case – Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; Density =  $1.025 \text{ tonne/m}^3$ ). Fluid analysis method: Use corrected VCG



Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	51688	51684	51686	51686	51686	51686	51690	51689	51689	51689
Draft at FP m	9.448	9.470	9.532	9.623	9.712	9.818	9.937	10.145	10.729	N/A
Draft at AP m	11.552	11.505	11.366	11.106	10.961	11.093	11.425	12.143	14.333	N/A
WL Length m	203.627	203.568	203.420	203.652	204.103	204.737	205.452	206.260	206.829	207.130
Immersed Depth m	11.444	12.807	14.493	15.742	16.628	17.170	17.256	16.881	16.078	15.100
WL Beam m	29.100	29.549	30.958	33.457	30.164	25.471	22.728	21.091	20.265	20.078
Wetted Area m <sup>2</sup>	8612.125	8622.143	8651.901	8720.418	8981.792	9073.285	9111.138	9140.158	9159.464	9176.080
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5120.093	5208.586	5474.413	5953.585	5524.240	4791.621	4305.441	4010.015	3860.250	3822.765
Prismatic Coeff.	0.797	0.799	0.804	0.813	0.826	0.833	0.836	0.836	0.836	0.836
Block Coeff.	0.744	0.655	0.552	0.470	0.493	0.563	0.626	0.687	0.748	0.803
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	99.156	99.160	99.166	99.175	99.182	99.184	99.185	99.186	99.187	99.189
VCB from DWL m	-5.096	-5.102	-5.129	-5.198	-5.445	-5.858	-6.263	-6.598	-6.826	-6.929
GZ m	0.001	0.302	0.707	1.357	2.091	2.212	1.919	1.396	0.746	0.039
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	96.822	96.785	96.846	97.004	99.115	99.816	99.922	100.013	100.073	100.049
TCF to zero pt. m	0.000	1.961	3.884	5.791	6.304	7.414	8.367	9.106	9.580	9.775
Max deck inclination deg	0.6	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	1.1	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 30</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	90.6 <b>3.151</b>	deg <b>m.deg</b>	<b>16.4662</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	n/a 90.6 <b>5.157</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>33.9664</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 30 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>&gt;</math>)</b>	n/a 90.6 <b>1.719</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>17.5002</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.3: Angle of maximum GZ</b>				Pass
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>25.0</b>	<b>deg</b>	<b>46.4</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.4: Initial GMt</b>				Pass
	spec. heel angle <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	0.0 <b>0.150</b>	deg <b>m</b>	<b>1.625</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater</b>				<b>Pass</b>
	<i>in the range from the greater of</i>				
	spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	<i>to the lesser of</i> spec. heel angle	90.0	deg		
	angle of max. GZ <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	46.4 <b>0.200</b>	deg <b>m</b>	46.4 <b>2.237</b>	<b>Pass</b>
	<i>Intermediate values</i>				
	angle at which this GZ occurs		deg	46.4	

## **6.- LLEGADA CARGADO AL 100% CON CARGA HOMOGÉNEA (FACTOR DE ESTIBA 1,55 m<sup>3</sup>/t ) Y CONSUMIBLES AL 10%**

### **6.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase - Caso 1,55 m<sup>3</sup>/T, Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	0.000	10.484	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	0.000	7.940	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	5180.232	5180.232	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	5387.101	5387.101	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	5386.420	5386.420	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	5385.738	5385.738	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	5385.054	5385.054	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	5382.051	5382.051	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	4506.590	4506.590	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum

<b>Lastre 2 Babor</b>	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
<b>Lastre 1 Estribor</b>	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
<b>Lastre 1 Babor</b>	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa</b>	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa Estribor</b>	0%	371.187	0.000	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa Babor</b>	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
<b>Pique de Proa</b>	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Cen</b>	10%	401.266	40.127	29.955	3.000	3.246	80.738	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Cent</b>	10%	401.266	40.127	29.955	-3.000	3.246	80.738	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Cos</b>	10%	329.481	32.948	30.084	7.845	3.541	81.883	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Cost</b>	10%	329.481	32.948	30.084	-7.845	3.541	81.883	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;1,5%S Estribor</b>	10%	211.456	21.146	23.109	7.135	4.089	56.842	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;1,5%S Babor</b>	10%	211.456	21.146	23.109	-7.135	4.089	56.842	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;0,1%S Estribor</b>	10%	173.734	17.370	26.257	7.439	3.770	43.949	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;0,1%S Babor</b>	10%	173.734	17.370	26.257	-7.439	3.770	43.949	Maximum
<b>HFO Sedimentación Estribor</b>	100%	84.194	84.194	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
<b>HFO Sedimentación Babor</b>	100%	84.194	84.194	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
<b>HFO Servicio Diario Estribor</b>	10%	84.760	8.476	26.580	3.000	10.304	33.995	Maximum
<b>HFO Servicio Diario Babor</b>	10%	84.760	8.476	26.580	-3.000	10.304	33.995	Maximum
<b>Diesel Oil Almacén Estribor</b>	10%	63.132	6.313	18.480	7.741	10.417	27.222	Maximum
<b>Diesel Oil Almacén Babor</b>	10%	102.697	10.270	17.778	-7.670	10.428	44.147	Maximum
<b>Diesel Oil Servicio Diario</b>	10%	30.141	3.014	16.598	8.062	10.512	9.210	Maximum
<b>Aceite Almacén Cilindros</b>	10%	16.664	1.666	14.407	-8.586	11.247	3.221	Maximum
<b>Aceite Almacén Cojinetes</b>	10%	39.889	3.989	14.348	7.317	10.495	16.876	Maximum
<b>Aceite Almacén Motores Auxiliar</b>	10%	23.225	2.323	14.330	-7.125	10.304	1.310	Maximum
<b>Aceite Servicio Diario Motor Pp</b>	10%	30.484	3.048	18.114	0.000	0.101	12.420	Maximum
<b>Aceite Sucio del Motor Ppal</b>	100%	30.368	30.368	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
<b>Agua Potable</b>	10%	86.475	8.647	6.088	-5.235	11.324	22.781	Maximum
<b>Agua Dulce Estribor</b>	10%	132.554	13.255	6.140	5.538	11.449	153.519	Maximum
<b>Agua Dulce Babor</b>	10%	46.080	4.608	6.361	-8.085	12.070	16.179	Maximum
<b>Sentinas (Aguas Grises)</b>	100%	37.855	37.855	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
<b>Aguas Negras</b>	100%	37.855	37.855	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
<b>HFO Reboses y Derrames</b>	100%	23.371	23.371	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum

Escotilla 7	100%	182.903	182.903	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	100%	182.914	182.914	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	182.914	182.914	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	100%	182.914	182.914	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 3	100%	182.914	182.914	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	100%	182.914	182.914	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	156.784	156.784	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			49598.173	102.207	0.000	9.797	901.697	
FS correction:						0.018		
VCG fluid:						9.816		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	10.096	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	102.202
Displacement tonne	49598	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	98.608
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	5.163
Draft at FP m	10.075	KG fluid m	9.816
Draft at AP m	10.118	BMt m	6.362
Draft at LCF m	10.096	BML m	271.765
Trim (+ve by stern) m	0.043	GMt corrected m	1.710
WL Length m	197.248	GML corrected m	267.112
WL Beam m	29.100	KMt m	11.525
Wetted Area m^2	8385.262	KML m	276.928
Waterpl. Area m^2	5008.327	Immersion (TPc) tonne/cm	51.335
Prismatic Coeff.	0.841	MTc tonne.m	679.127
Block Coeff.	0.833	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1479.778
Midship Area Coeff.	0.993	Max deck inclination deg	0.0
Waterpl. Area Coeff.	0.873	Trim angle (+ve by stern) deg	0.0

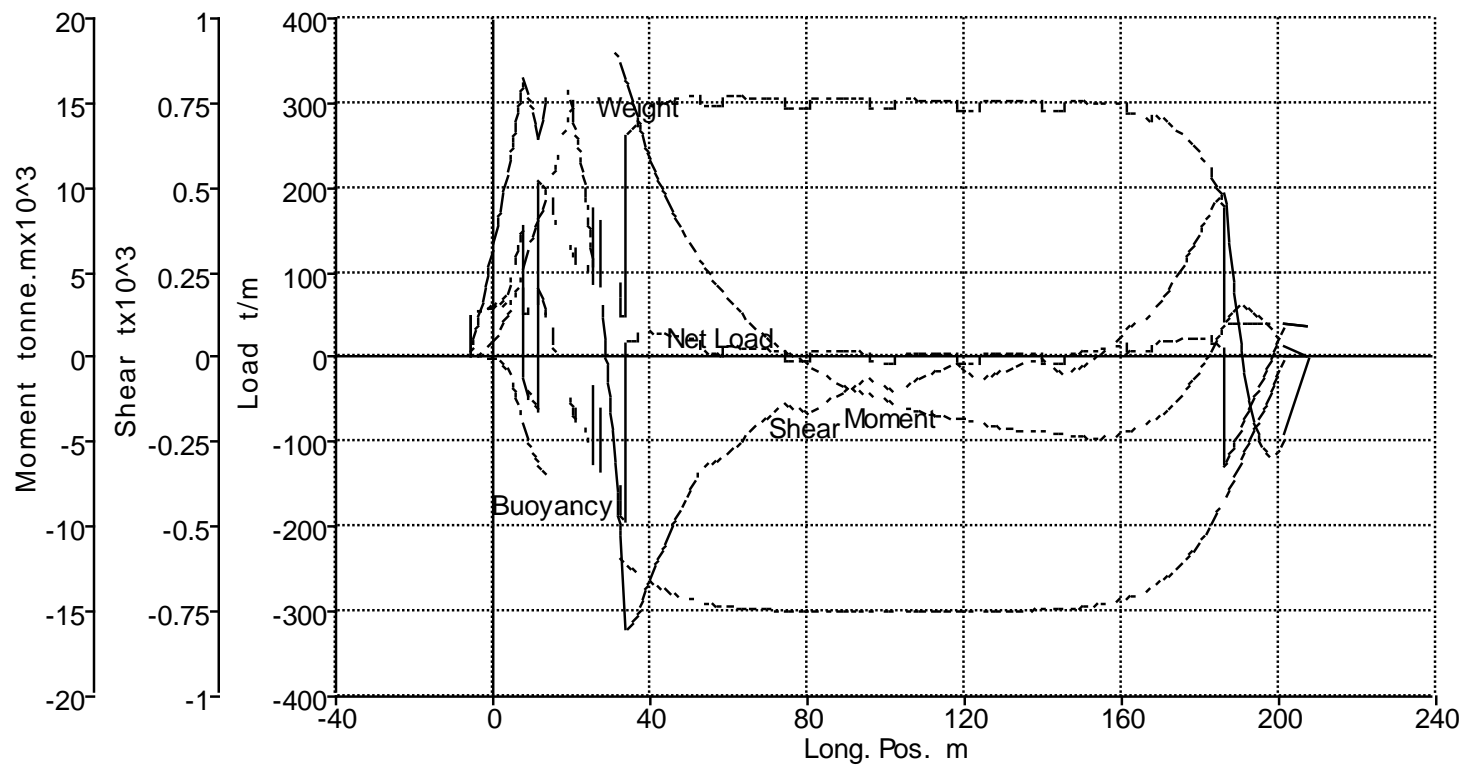
**6.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Llegada cargado con carga homogénea ( $1,55 \text{ m}^3/\text{t}$ )****Loadcase - Caso  $1,55 \text{ m}^3/\text{T}$ , Damage Case – Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density =  $1.025 \text{ tonne/m}^3$ ), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	10.484
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	11.570	27.570	0.000	7.940
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	5180.232	5180.232	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	5387.101	5387.101	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	5386.420	5386.420	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	5385.738	5385.738	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	5385.054	5385.054	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	5382.051	5382.051	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	4506.590	4506.590	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316			6.003	14.774



Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	10%	401.266	40.127	29.955	3.000	3.245
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	10%	401.266	40.127	29.955	-3.000	3.245
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	10%	329.481	32.972	30.084	7.846	3.542
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	10%	329.481	32.972	30.084	-7.846	3.542
HFO Almacén <1,5%S Estribor	10%	211.456	21.143	23.109	7.135	4.089
HFO Almacén <1,5%S Babor	10%	211.456	21.143	23.109	-7.135	4.089
HFO Almacén <0,1%S Estribor	10%	173.734	17.368	26.257	7.439	3.770
HFO Almacén <0,1%S Babor	10%	173.734	17.368	26.257	-7.439	3.770
HFO Sedimentación Estribor	100%	84.194	84.194	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	100%	84.194	84.194	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	10%	84.760	8.476	26.580	3.000	10.304
HFO Servicio Diario Babor	10%	84.760	8.476	26.580	-3.000	10.304
Diesel Oil Almacén Estribor	10%	63.132	6.318	18.480	7.741	10.417
Diesel Oil Almacén Babor	10%	102.697	10.269	17.777	-7.670	10.428
Diesel Oil Servicio Diario	10%	30.141	3.013	16.598	8.062	10.512
Aceite Almacén Cilindros	10%	16.664	1.666	14.407	-8.586	11.247
Aceite Almacén Cojinetes	10%	39.889	3.988	14.347	7.317	10.495
Aceite Almacén Motores Auxiliar	10%	23.225	2.325	14.330	-7.125	10.304
Aceite Servicio Diario Motor Pp	10%	30.484	3.046	18.111	0.000	0.101
Aceite Sucio del Motor Ppal	100%	30.368	30.368	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	10%	86.475	8.647	6.088	-5.235	11.324
Agua Dulce Estribor	10%	132.554	13.269	6.140	5.538	11.450
Agua Dulce Babor	10%	46.080	4.608	6.361	-8.085	12.070
Sentinas (Aguas Grises)	100%	37.855	37.855	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	100%	37.855	37.855	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	100%	23.371	23.371	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	182.903	182.903	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	100%	182.914	182.914	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	182.914	182.914	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	100%	182.914	182.914	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	182.914	182.914	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	100%	182.914	182.914	153.455	0.000	18.010

Escotilla 1	100%	156.784	156.784	175.205	0.000	18.010
Total Loadcase			49598.229	102.207	0.000	9.797

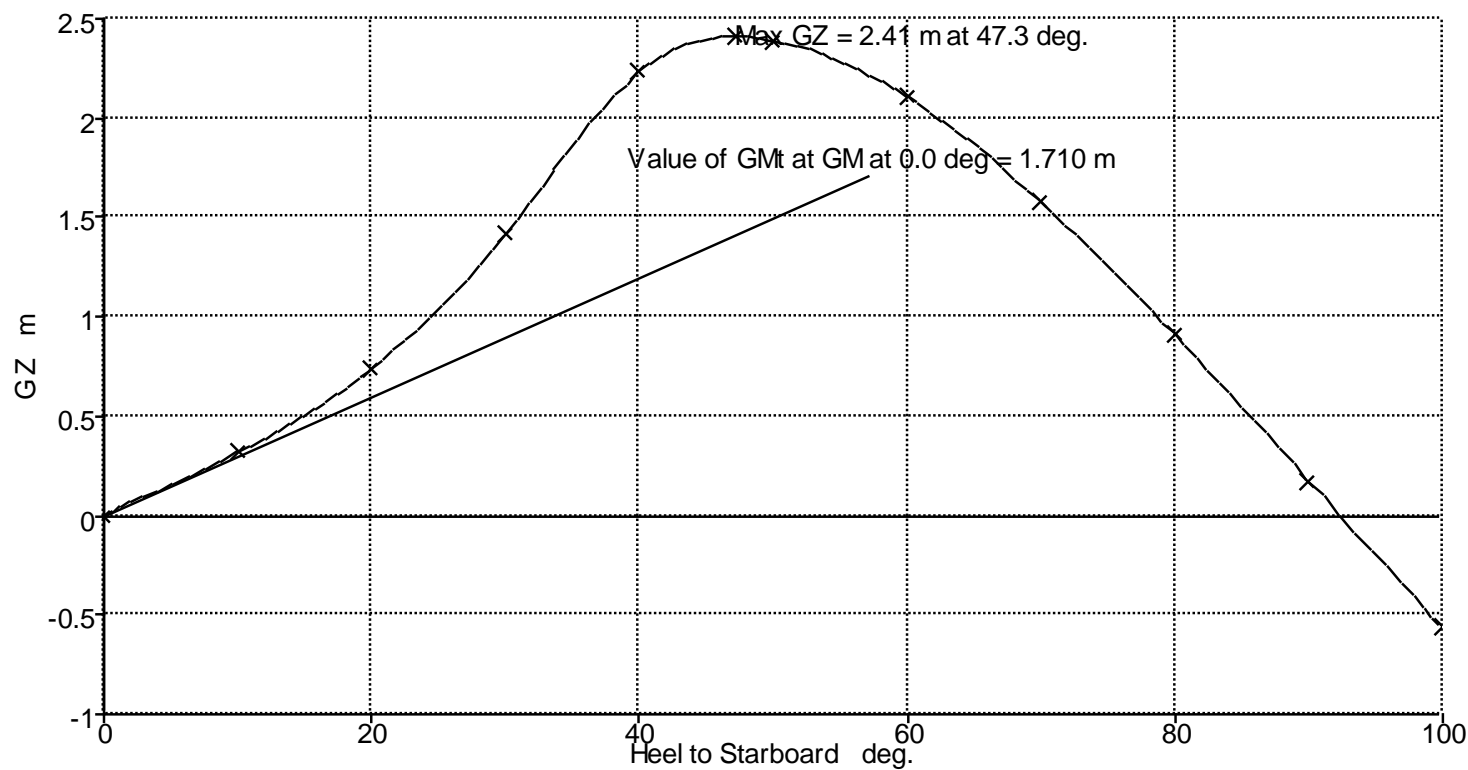


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	1.190	59.421	58.231	0.325	0.952
C 0.5	4.881	31.934	101.612	69.678	0.625	3.261
C 1	9.762	110.000	61.532	-48.468	0.738	6.921
C 1.5	14.642	150.521	189.675	39.153	0.818	10.435
C 2	19.523	180.210	131.926	-48.284	0.758	14.439
C 2.5	24.404	204.656	97.673	-106.983	0.390	17.329
C 3	29.285	226.289	83.084	-143.205	-0.074	18.220
C 3.5	34.165	244.946	264.387	19.441	-0.806	16.043
C 4	39.046	260.779	292.106	31.327	-0.686	12.372
C 5	48.808	283.007	306.895	23.888	-0.416	7.068
C 6	58.569	293.706	295.828	2.122	-0.302	3.790
C 7	68.331	297.281	306.767	9.485	-0.192	1.422
C 8	78.092	298.651	294.478	-4.172	-0.155	-0.111
C 9	87.854	298.992	305.417	6.426	-0.113	-1.497
C 10	97.615	299.043	293.129	-5.915	-0.072	-2.312
C 11	107.377	299.001	304.068	5.066	-0.071	-3.134
C 12	117.138	298.909	303.393	4.484	-0.025	-3.589
C 13	126.900	298.731	302.718	3.987	-0.053	-4.038
C 14	136.661	298.188	302.043	3.855	-0.015	-4.361
C 15	146.423	296.364	301.368	5.005	-0.044	-4.579
C 16	156.184	290.743	300.694	9.950	0.024	-4.705
C 17	165.946	275.548	282.151	6.603	0.117	-3.947
C 18	175.707	241.612	263.079	21.466	0.275	-2.124
C 18.5	180.588	212.775	235.977	23.202	0.385	-0.510
C 19	185.469	172.747	184.391	11.644	0.479	1.631
C 19.5	190.349	122.248	39.214	-83.034	0.036	2.981
C 20	195.230	71.440	38.884	-32.556	-0.247	2.376

### 6.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

Loadcase - Llegada cargado con carga homogénea ( $1,55 \text{ m}^3/\text{t}$ )

Loadcase - Caso  $1,55 \text{ m}^3/\text{T}$ , Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; Density =  $1.025 \text{ tonne/m}^3$ ). Fluid analysis method: Use corrected VCG



Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	49598	49600	49601	49603	49598	49598	49598	49598	49598	49602
Draft at FP m	10.075	10.091	10.136	10.207	10.359	10.650	11.090	11.905	14.256	N/A
Draft at AP m	10.118	10.083	9.967	9.729	9.329	8.881	8.289	7.264	4.410	N/A
WL Length m	197.249	197.645	199.984	202.437	203.171	203.738	204.594	206.002	206.976	206.999
Immersed Depth m	10.116	12.192	13.972	15.349	16.306	16.867	16.966	16.604	15.819	14.940
WL Beam m	29.100	29.548	30.954	33.409	30.169	25.421	22.702	21.054	20.211	20.045
Wetted Area m^2	8385.269	8397.788	8441.138	8523.330	8759.109	8845.072	8881.401	8909.461	8930.917	8950.170
Waterpl. Area m^2	5008.331	5098.080	5379.258	5873.651	5564.612	4807.595	4318.824	4022.817	3865.496	3814.795
Prismatic Coeff.	0.841	0.840	0.831	0.823	0.823	0.824	0.823	0.818	0.815	0.815
Block Coeff.	0.833	0.680	0.560	0.466	0.484	0.554	0.614	0.672	0.731	0.781
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	102.202	102.207	102.210	102.216	102.228	102.239	102.251	102.259	102.265	102.268
VCB from DWL m	-4.932	-4.947	-4.994	-5.093	-5.317	-5.684	-6.056	-6.369	-6.585	-6.686
GZ m	0.000	0.316	0.739	1.415	2.232	2.391	2.106	1.576	0.908	0.175
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	98.608	98.504	98.242	98.202	98.353	99.044	99.297	99.473	99.656	99.895
TCF to zero pt. m	0.000	1.866	3.725	5.595	6.704	7.742	8.616	9.272	9.662	9.781
Max deck inclination deg	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.3	-0.5	-0.8	-1.4	-2.9	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 30</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	92.4 <b>3.151</b>	deg <b>m.deg</b>	<b>17.1682</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	n/a 92.4 <b>5.157</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>35.6513</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 30 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>&gt;</math>)</b>	n/a 92.4 <b>1.719</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>18.4830</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.3: Angle of maximum GZ</b>				Pass
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>25.0</b>	<b>deg</b>	<b>47.3</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.4: Initial GMt</b>				Pass
	spec. heel angle <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	0.0 <b>0.150</b>	deg <b>m</b>	<b>1.710</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater</b>				<b>Pass</b>
	<i>in the range from the greater of</i>				
	spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	<i>to the lesser of</i> spec. heel angle	90.0	deg		
	angle of max. GZ <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	47.3 <b>0.200</b>	deg <b>m</b>	47.3 <b>2.41</b>	<b>Pass</b>
	<i>Intermediate values</i>				
	angle at which this GZ occurs		deg	47.3	

## **7.- SALIDA CARGADO AL 100% CON CARGA HOMOGÉNEA (FACTOR DE ESTIBA 1,80 $m^3/t$ ) Y CONSUMIBLES AL 100%**

### **7.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase - Caso 1,80  $m^3/T$ , Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/ $m^3$ ), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	0.000	10.484	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	0.000	7.940	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	4464.056	4464.056	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	4642.325	4642.325	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	4641.738	4641.738	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	4641.150	4641.150	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	4640.561	4640.561	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	4637.973	4637.973	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	3883.547	3883.547	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum

<b>Lastre 1 Estribor</b>	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
<b>Lastre 1 Babor</b>	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa</b>	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa Estribor</b>	0%	371.187	0.000	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa Babor</b>	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
<b>Pique de Proa</b>	100%	2260.032	2260.032	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Cen</b>	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Cent</b>	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Cos</b>	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Cost</b>	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;1,5%S Estribor</b>	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;1,5%S Babor</b>	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;0,1%S Estribor</b>	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;0,1%S Babor</b>	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
<b>HFO Sedimentación Estribor</b>	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
<b>HFO Sedimentación Babor</b>	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
<b>HFO Servicio Diario Estribor</b>	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
<b>HFO Servicio Diario Babor</b>	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
<b>Diesel Oil Almacén Estribor</b>	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
<b>Diesel Oil Almacén Babor</b>	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
<b>Diesel Oil Servicio Diario</b>	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
<b>Aceite Almacén Cilindros</b>	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
<b>Aceite Almacén Cojinetes</b>	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
<b>Aceite Almacén Motores Auxiliar</b>	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
<b>Aceite Servicio Diario Motor Pp</b>	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
<b>Aceite Sucio del Motor Ppal</b>	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
<b>Agua Potable</b>	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
<b>Agua Dulce Estribor</b>	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
<b>Agua Dulce Babor</b>	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
<b>Sentinas (Aguas Grises)</b>	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
<b>Aguas Negras</b>	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
<b>HFO Reboses y Derrames</b>	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
<b>Escotilla 7</b>	100%	157.616	157.616	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum



Escotilla 6	100%	157.626	157.626	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	157.626	157.626	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	100%	157.626	157.626	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 3	100%	157.626	157.626	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	100%	157.626	157.626	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	135.108	135.108	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			49000.602	101.862	-0.001	9.946	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						9.946		

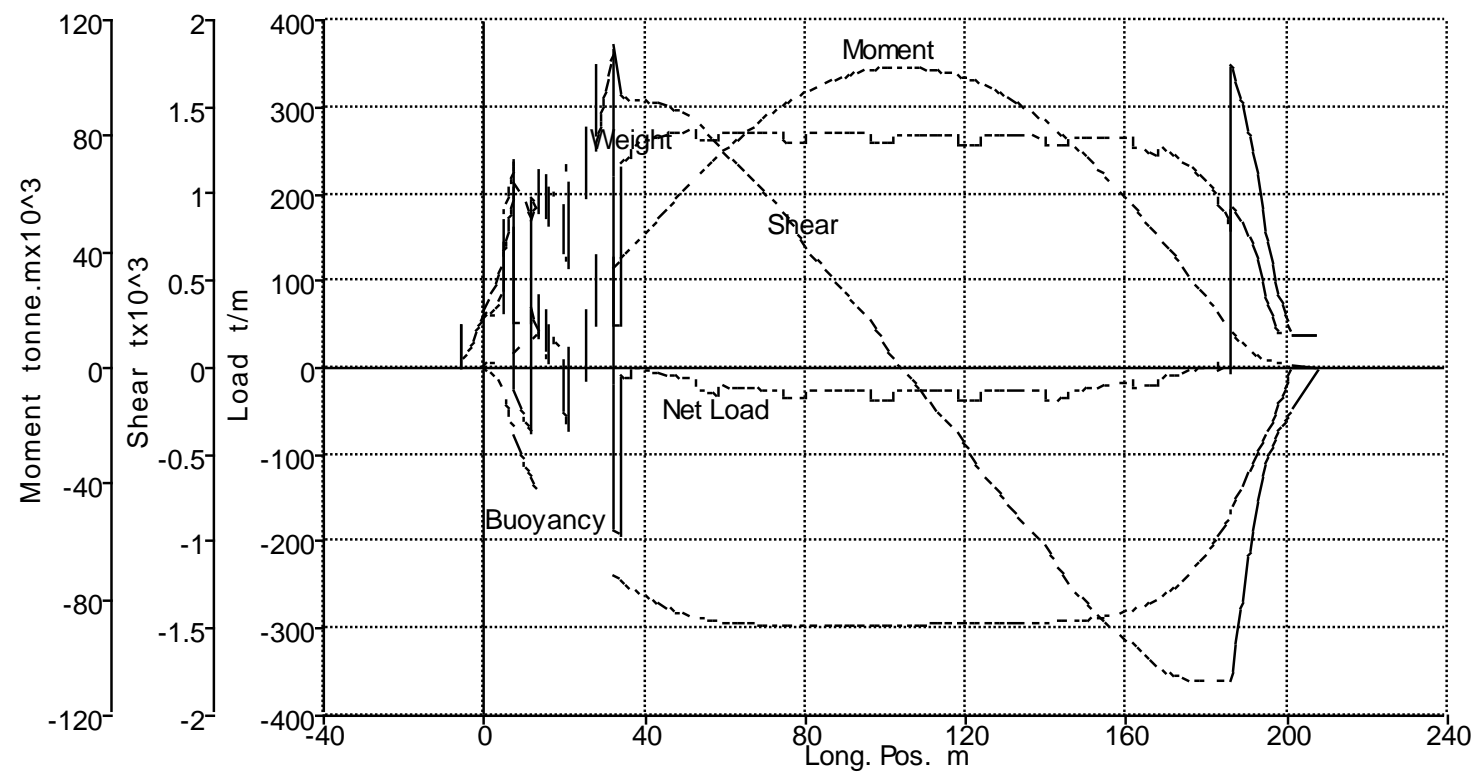
EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	9.981	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	101.861
Displacement tonne	49001	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	98.649
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	5.104
Draft at FP m	9.824	KG fluid m	9.946
Draft at AP m	10.139	BMt m	6.439
Draft at LCF m	9.980	BML m	275.993
Trim (+ve by stern) m	0.316	GMt corrected m	1.597
WL Length m	197.987	GML corrected m	271.151
WL Beam m	29.100	KMt m	11.543
Wetted Area m^2	8337.962	KML m	281.097
Waterpl. Area m^2	5012.770	Immersion (TPc) tonne/cm	51.381
Prismatic Coeff.	0.836	MTc tonne.m	681.088
Block Coeff.	0.820	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1365.370
Midship Area Coeff.	0.992	Max deck inclination deg	0.1
Waterpl. Area Coeff.	0.870	Trim angle (+ve by stern) deg	0.1

**7.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Salida cargado con carga homogénea (1,80 m<sup>3</sup>/t )****Loadcase - Caso 1,80 m<sup>3</sup>/T, Damage Case – Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	10.484
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	11.570	27.570	0.000	7.940
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	4464.056	4464.056	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	4642.325	4642.325	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	4641.738	4641.738	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	4641.150	4641.150	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	4640.561	4640.561	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	4637.973	4637.973	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	3883.547	3883.547	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316			6.003	14.774

Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774
Pique de Proa	100%	2260.032	2260.032	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	157.616	157.616	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	100%	157.626	157.626	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	157.626	157.626	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	100%	157.626	157.626	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	157.626	157.626	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	100%	157.626	157.626	153.455	0.000	18.010

Escotilla 1	100%	135.108	135.108	175.205	0.000	18.010
Total Loadcase			49000.602	101.862	-0.001	9.946

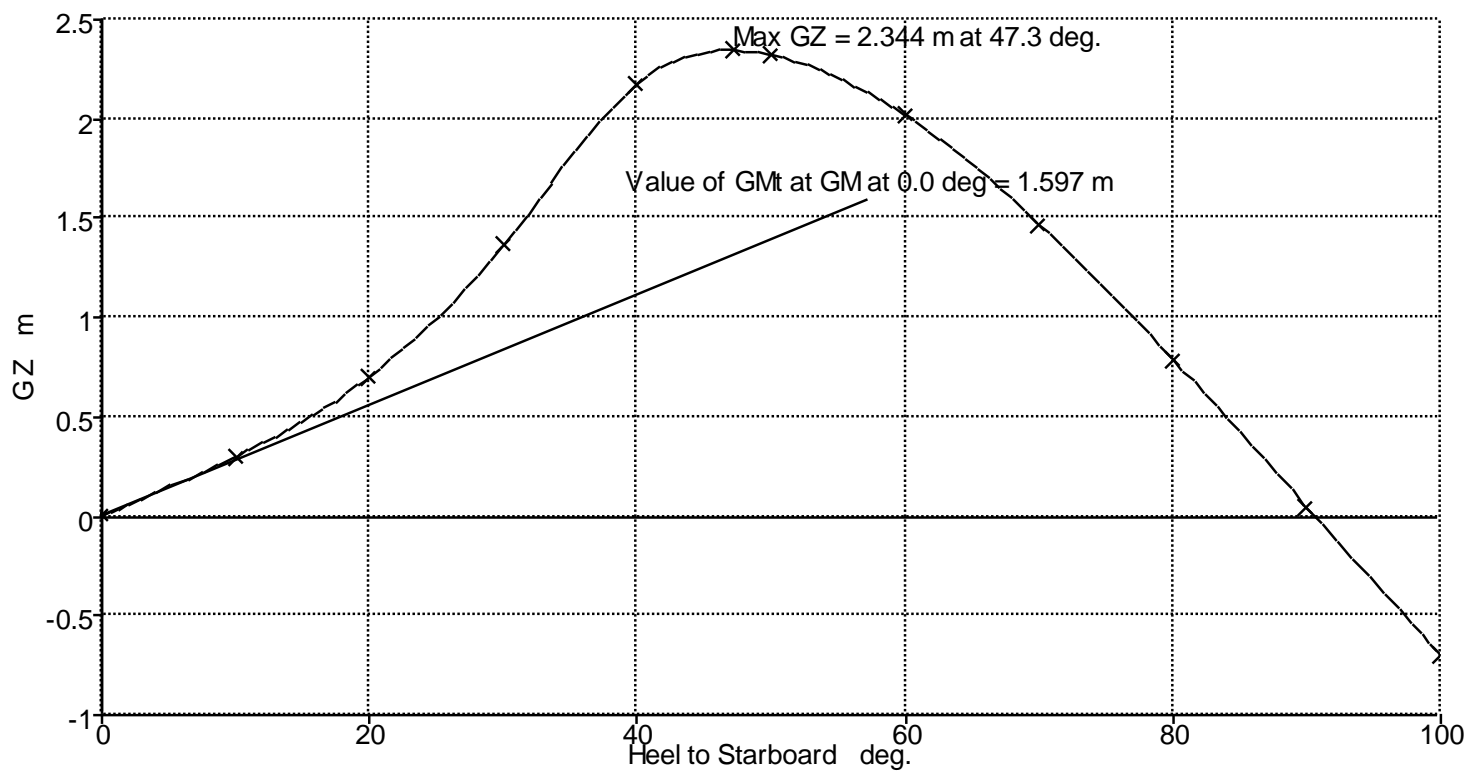


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	1.271	59.421	58.149	0.325	0.947
C 0.5	4.881	32.111	178.755	146.644	0.647	3.255
C 1	9.762	110.136	51.437	-58.699	0.969	7.773
C 1.5	14.642	150.541	223.230	72.689	1.036	12.291
C 2	19.523	180.080	188.441	8.361	1.184	17.774
C 2.5	24.404	204.354	201.114	-3.240	1.132	23.280
C 3	29.285	225.796	355.944	130.148	1.465	29.283
C 3.5	34.165	244.249	234.718	-9.531	1.565	37.434
C 4	39.046	259.868	258.559	-1.309	1.536	44.978
C 5	48.808	281.657	271.212	-10.445	1.477	59.763
C 6	58.569	291.923	261.584	-30.339	1.266	73.348
C 7	68.331	295.080	270.919	-24.161	1.046	84.666
C 8	78.092	296.037	260.238	-35.799	0.763	93.622
C 9	87.854	295.970	269.573	-26.397	0.485	99.637
C 10	97.615	295.615	258.892	-36.722	0.211	103.101
C 11	107.377	295.165	268.228	-26.938	-0.096	103.547
C 12	117.138	294.666	267.555	-27.111	-0.360	101.326
C 13	126.900	294.081	266.882	-27.199	-0.685	96.158
C 14	136.661	293.136	266.209	-26.927	-0.950	88.181
C 15	146.423	290.934	265.536	-25.398	-1.267	77.412
C 16	156.184	285.015	264.863	-20.151	-1.495	63.895
C 17	165.946	269.737	248.793	-20.944	-1.686	48.409
C 18	175.707	236.159	232.266	-3.893	-1.792	31.320
C 18.5	180.588	207.782	208.866	1.084	-1.798	22.551
C 19	185.469	168.489	164.366	-4.123	-1.799	13.789
C 19.5	190.349	119.153	269.979	150.826	-1.078	6.591
C 20	195.230	70.577	143.193	72.616	-0.508	2.874

### 7.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

Loadcase - Salida cargado con carga homogénea ( $1,80 \text{ m}^3/\text{t}$ )

Loadcase - Caso  $1,80 \text{ m}^3/\text{T}$ , Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; Density =  $1.025 \text{ tonne/m}^3$ . Fluid analysis method: Use corrected VCG



Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	49001	49002	49004	49005	49001	49001	49001	49001	49001	49004
Draft at FP m	9.824	9.837	9.884	9.960	10.077	10.275	10.560	11.082	12.583	N/A
Draft at AP m	10.139	10.108	9.990	9.748	9.340	8.885	8.290	7.257	4.383	N/A
WL Length m	197.987	198.412	200.652	202.887	203.641	204.210	205.034	205.921	206.912	207.057
Immersed Depth m	10.123	12.077	13.850	15.219	16.163	16.696	16.773	16.399	15.607	14.701
WL Beam m	29.100	29.548	30.952	33.388	30.171	25.455	22.718	21.075	20.242	20.067
Wetted Area m^2	8337.962	8349.844	8391.870	8476.129	8694.521	8779.787	8817.042	8842.562	8863.828	8884.143
Waterpl. Area m^2	5012.770	5103.275	5384.832	5871.112	5569.577	4817.300	4322.045	4026.177	3868.705	3817.686
Prismatic Coeff.	0.836	0.835	0.830	0.824	0.825	0.825	0.823	0.821	0.817	0.817
Block Coeff.	0.820	0.675	0.556	0.464	0.481	0.551	0.612	0.672	0.731	0.783
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	101.861	101.855	101.858	101.865	101.878	101.888	101.898	101.906	101.911	101.914
VCB from DWL m	-4.871	-4.887	-4.941	-5.051	-5.273	-5.627	-5.991	-6.297	-6.510	-6.610
GZ m	49001	49002	49004	49005	49001	49001	49001	49001	49001	49004
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	9.824	9.837	9.884	9.960	10.077	10.275	10.560	11.082	12.583	N/A
TCF to zero pt. m	10.139	10.108	9.990	9.748	9.340	8.885	8.290	7.257	4.383	N/A
Max deck inclination deg	197.987	198.412	200.652	202.887	203.641	204.210	205.034	205.921	206.912	207.057
Trim angle (+ve by stern) deg	10.123	12.077	13.850	15.219	16.163	16.696	16.773	16.399	15.607	14.701

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 30</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	90.6 <b>3.151</b>	deg <b>m.deg</b>	<b>16.3544</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	n/a 90.6 <b>5.157</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>34.2945</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 30 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>&gt;</math>)</b>	n/a 90.6 <b>1.719</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>17.9401</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.3: Angle of maximum GZ</b>				Pass
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>25.0</b>	<b>deg</b>	<b>47.3</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.4: Initial GMt</b>				Pass
	spec. heel angle <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	0.0 <b>0.150</b>	deg <b>m</b>	<b>1.597</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater</b>				<b>Pass</b>
	<i>in the range from the greater of</i> spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	<i>to the lesser of</i> spec. heel angle	90.1	deg		
	angle of max. GZ <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	47.3 <b>0.200</b>	deg <b>m</b>	47.3 <b>1.363</b>	<b>Pass</b>
	<i>Intermediate values</i> angle at which this GZ occurs		deg	47.3	



## 8.- LLEGADA CARGADO AL 100% CON CARGA HOMOGÉNEA (FACTOR DE ESTIBA 1,80 $m^3/t$ ) Y CONSUMIBLES AL 10%

### 8.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase - Caso 1,80  $m^3/T$ , Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/ $m^3$ ), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	0.000	10.484	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	0.000	7.940	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	4464.056	4464.056	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	4642.325	4642.325	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	4641.738	4641.738	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	4641.150	4641.150	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	4640.561	4640.561	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	4637.973	4637.973	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	3883.547	3883.547	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum

<b>Lastre 1 Babor</b>	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa</b>	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa Estribor</b>	0%	371.187	0.000	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
<b>Pique de Popa Babor</b>	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
<b>Pique de Proa</b>	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Cen</b>	10%	401.266	40.128	29.955	3.000	3.246	80.738	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Cent</b>	10%	401.266	40.128	29.955	-3.000	3.246	80.738	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Cos</b>	10%	329.481	32.948	30.084	7.845	3.541	81.883	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Cost</b>	10%	329.481	32.948	30.084	-7.845	3.541	81.883	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;1,5%S Estribor</b>	10%	211.456	21.146	23.109	7.135	4.089	56.843	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;1,5%S Babor</b>	10%	211.456	21.146	23.109	-7.135	4.089	56.843	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;0,1%S Estribor</b>	10%	173.734	17.370	26.257	7.439	3.770	43.949	Maximum
<b>HFO Almacén &lt;0,1%S Babor</b>	10%	173.734	17.370	26.257	-7.439	3.770	43.949	Maximum
<b>HFO Sedimentación Estribor</b>	100%	84.194	84.194	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
<b>HFO Sedimentación Babor</b>	100%	84.194	84.194	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
<b>HFO Servicio Diario Estribor</b>	10%	84.760	8.476	26.580	3.000	10.304	33.995	Maximum
<b>HFO Servicio Diario Babor</b>	10%	84.760	8.476	26.580	-3.000	10.304	33.995	Maximum
<b>Diesel Oil Almacén Estribor</b>	10%	63.132	6.313	18.480	7.741	10.417	27.223	Maximum
<b>Diesel Oil Almacén Babor</b>	10%	102.697	10.270	17.777	-7.670	10.428	44.147	Maximum
<b>Diesel Oil Servicio Diario</b>	10%	30.141	3.014	16.598	8.062	10.512	9.210	Maximum
<b>Aceite Almacén Cilindros</b>	10%	16.664	1.666	14.407	-8.586	11.247	3.221	Maximum
<b>Aceite Almacén Cojinetes</b>	10%	39.889	3.989	14.347	7.317	10.495	16.876	Maximum
<b>Aceite Almacén Motores Auxiliar</b>	10%	23.225	2.323	14.330	-7.125	10.304	1.310	Maximum
<b>Aceite Servicio Diario Motor Pp</b>	10%	30.484	3.048	18.111	0.000	0.101	12.420	Maximum
<b>Aceite Sucio del Motor Ppal</b>	100%	30.368	30.368	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
<b>Agua Potable</b>	10%	86.475	8.647	6.088	-5.235	11.324	22.781	Maximum
<b>Agua Dulce Estribor</b>	10%	132.554	13.255	6.140	5.538	11.449	153.521	Maximum
<b>Agua Dulce Babor</b>	10%	46.080	4.608	6.361	-8.085	12.070	16.179	Maximum
<b>Sentinas (Aguas Grises)</b>	100%	37.855	37.855	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
<b>Aguas Negras</b>	100%	37.855	37.855	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
<b>HFO Reboses y Derrames</b>	100%	23.371	23.371	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
<b>Escotilla 7</b>	100%	157.616	157.616	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
<b>Escotilla 6</b>	100%	157.626	157.626	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
<b>Escotilla 5</b>	100%	157.626	157.626	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 4	100%	157.626	157.626	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 3	100%	157.626	157.626	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	100%	157.626	157.626	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	135.108	135.108	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			44362.936	101.444	0.000	9.836	901.704	
FS correction:						0.020		
VCG fluid:						9.856		

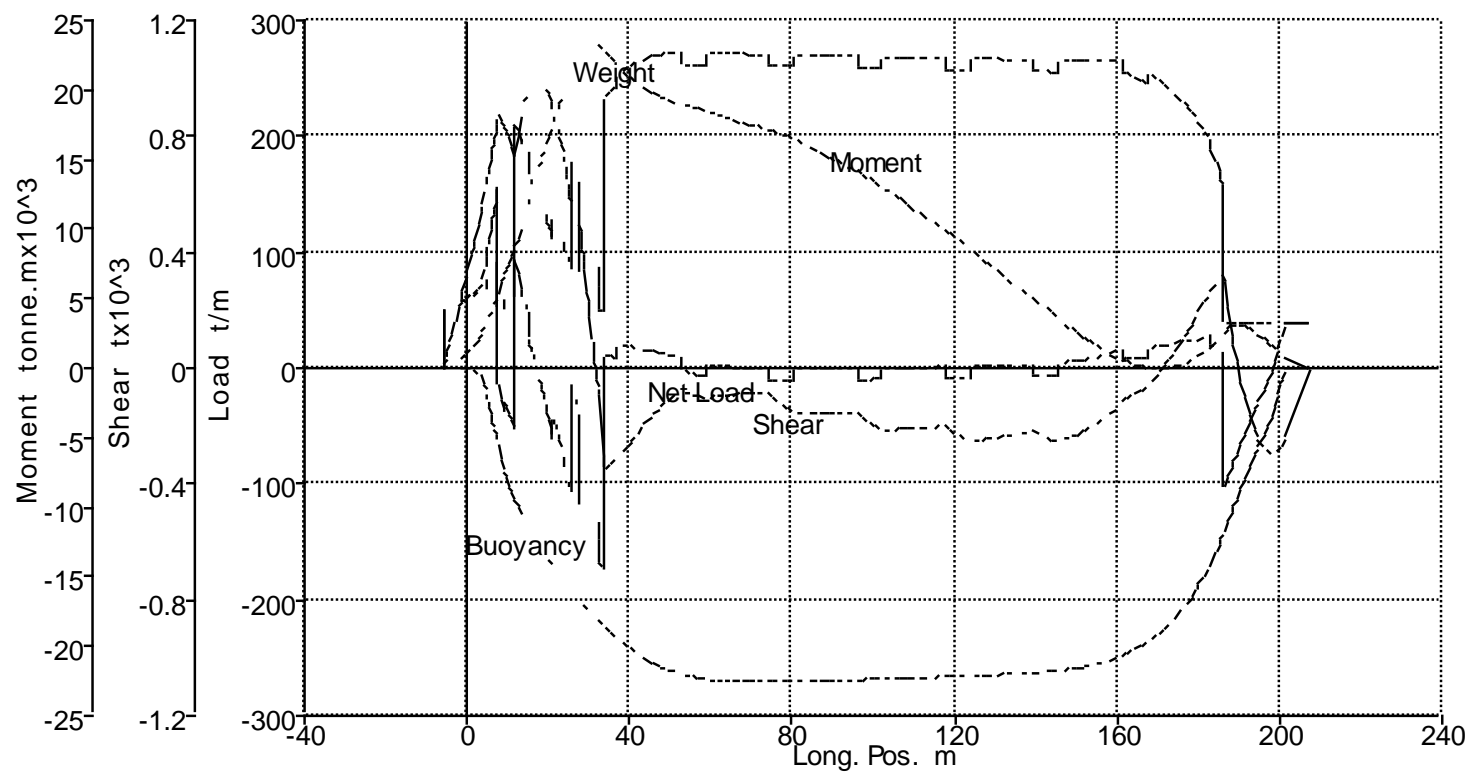
EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	9.080	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	101.411
Displacement tonne	44363	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	99.618
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	4.644
Draft at FP m	8.685	KG fluid m	9.856
Draft at AP m	9.476	BMt m	7.071
Draft at LCF m	9.072	BML m	300.534
Trim (+ve by stern) m	0.790	GMt corrected m	1.859
WL Length m	197.983	GML corrected m	295.322
WL Beam m	29.100	KMt m	11.715
Wetted Area m^2	7948.867	KML m	305.178
Waterpl. Area m^2	4988.495	Immersion (TPc) tonne/cm	51.132
Prismatic Coeff.	0.827	MTc tonne.m	671.595
Block Coeff.	0.796	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1439.289
Midship Area Coeff.	0.990	Max deck inclination deg	0.2
Waterpl. Area Coeff.	0.866	Trim angle (+ve by stern) deg	0.2

**8.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Llegada cargado con carga homogénea (1,80 m<sup>3</sup>/t )****Loadcase - Caso 1,80 m<sup>3</sup>/T, Damage Case – Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	10.484
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	11.570	27.570	0.000	7.940
Peso de Equipo y Habilidad	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	4464.056	4464.056	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	4642.325	4642.325	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	4641.738	4641.738	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	4641.150	4641.150	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	4640.561	4640.561	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	4637.973	4637.973	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	3883.547	3883.547	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316			6.003	14.774
Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316			-6.003	14.774

Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	10%	401.266	40.127	29.950	3.000	3.246
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	10%	401.266	40.127	29.950	-3.000	3.246
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	10%	329.481	32.939	30.080	7.845	3.541
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	10%	329.481	32.939	30.080	-7.845	3.541
HFO Almacén <1,5%S Estribor	10%	211.456	21.137	23.107	7.135	4.089
HFO Almacén <1,5%S Babor	10%	211.456	21.137	23.107	-7.135	4.089
HFO Almacén <0,1%S Estribor	10%	173.734	17.358	26.255	7.438	3.770
HFO Almacén <0,1%S Babor	10%	173.734	17.358	26.255	-7.438	3.770
HFO Sedimentación Estribor	100%	84.194	84.194	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	100%	84.194	84.194	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	10%	84.760	8.468	26.578	3.000	10.304
HFO Servicio Diario Babor	10%	84.760	8.468	26.578	-3.000	10.304
Diesel Oil Almacén Estribor	10%	63.132	6.312	18.478	7.740	10.417
Diesel Oil Almacén Babor	10%	102.697	10.265	17.773	-7.669	10.428
Diesel Oil Servicio Diario	10%	30.141	3.011	16.598	8.061	10.511
Aceite Almacén Cilindros	10%	16.664	1.665	14.406	-8.586	11.247
Aceite Almacén Cojinetes	10%	39.889	3.985	14.347	7.317	10.494
Aceite Almacén Motores Auxiliar	10%	23.225	2.321	14.329	-7.125	10.304
Aceite Servicio Diario Motor Pp	10%	30.484	3.049	18.048	0.000	0.101
Aceite Sucio del Motor Ppal	100%	30.368	30.368	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	10%	86.475	8.647	6.083	-5.235	11.324
Agua Dulce Estribor	10%	132.554	13.249	6.136	5.537	11.449
Agua Dulce Babor	10%	46.080	4.610	6.358	-8.085	12.070
Sentinas (Aguas Grises)	100%	37.855	37.855	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	100%	37.855	37.855	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	100%	23.371	23.371	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	157.616	157.616	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	100%	157.626	157.626	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	157.626	157.626	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	100%	157.626	157.626	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	157.626	157.626	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	100%	157.626	157.626	153.455	0.000	18.010
Escotilla 1	100%	135.108	135.108	175.205	0.000	18.010

Total Loadcase	44362.841	101.444	0.000	9.836
----------------	-----------	---------	-------	-------

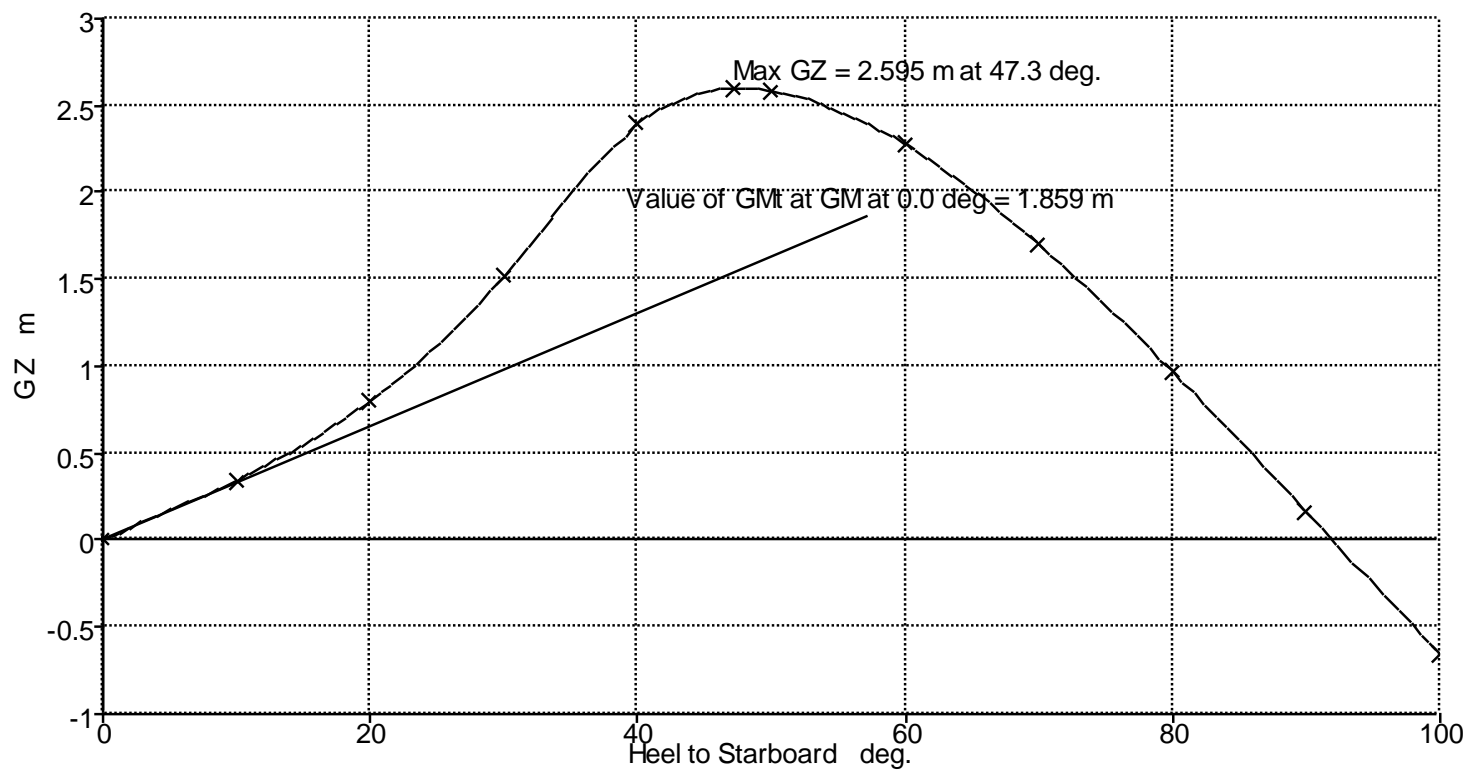


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	0.000	59.421	59.421	0.326	0.990
C 0.5	4.881	24.419	101.661	77.242	0.647	3.372
C 1	9.762	98.453	61.532	-36.921	0.808	7.278
C 1.5	14.642	136.647	189.662	53.015	0.950	11.310
C 2	19.523	164.463	131.870	-32.593	0.962	16.161
C 2.5	24.404	187.236	97.631	-89.606	0.675	20.272
C 3	29.285	207.307	83.121	-124.187	0.300	22.800
C 3.5	34.165	224.526	234.718	10.192	-0.346	22.710
C 4	39.046	239.038	258.559	19.521	-0.276	21.198
C 5	48.808	259.069	271.212	12.143	-0.123	19.381
C 6	58.569	268.112	261.584	-6.528	-0.107	18.515
C 7	68.331	270.396	270.919	0.523	-0.090	17.644
C 8	78.092	270.585	260.238	-10.347	-0.129	16.764
C 9	87.854	269.797	269.573	-0.224	-0.154	15.368
C 10	97.615	268.733	258.892	-9.840	-0.170	13.915
C 11	107.377	267.575	268.228	0.652	-0.211	12.005
C 12	117.138	266.368	267.555	1.187	-0.202	10.057
C 13	126.900	265.075	266.882	1.807	-0.247	7.860
C 14	136.661	263.454	266.209	2.756	-0.225	5.615
C 15	146.423	260.701	265.536	4.836	-0.250	3.408
C 16	156.184	254.635	264.863	10.229	-0.181	1.329
C 17	165.946	240.252	248.793	8.541	-0.079	0.170
C 18	175.707	209.605	232.266	22.661	0.091	0.201
C 18.5	180.588	183.945	208.866	24.921	0.209	0.964
C 19	185.469	148.595	164.366	15.771	0.315	2.297
C 19.5	190.349	104.971	39.214	-65.756	-0.038	3.084
C 20	195.230	64.227	38.884	-25.343	-0.258	2.320

### 8.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

Loadcase - Llegada cargado con carga homogénea ( $1,80 m^3/t$ )

Loadcase - Caso  $1,80 m^3/T$ , Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; Density =  $1.025 \text{ tonne}/m^3$ ). Fluid analysis method: Use corrected VCG





Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	44363	44367	44363	44363	44363	44363	44363	44363	44363	44363
Draft at FP m	8.685	8.706	8.753	8.827	8.760	8.506	8.057	7.180	4.636	N/A
Draft at AP m	9.475	9.440	9.329	9.093	8.546	7.747	6.634	4.628	-1.067	N/A
WL Length m	197.982	198.265	199.709	205.019	205.421	205.859	206.431	206.848	207.132	207.000
Immersed Depth m	9.435	11.232	13.028	14.432	15.298	15.691	15.650	15.187	14.346	13.399
WL Beam m	29.100	29.547	30.935	33.148	30.177	25.598	22.814	21.168	20.353	20.034
Wetted Area m <sup>2</sup>	7948.859	7957.861	7993.093	8088.514	8190.518	8260.736	8306.208	8331.257	8352.692	8367.185
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4988.492	5068.459	5336.297	5790.590	5589.085	4833.297	4344.155	4039.684	3872.653	3803.879
Prismatic Coeff.	0.827	0.828	0.826	0.813	0.817	0.816	0.813	0.812	0.810	0.811
Block Coeff.	0.796	0.658	0.538	0.441	0.456	0.523	0.587	0.651	0.716	0.779
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	101.411	101.424	101.429	101.435	101.449	101.460	101.468	101.476	101.481	101.485
VCB from DWL m	-4.421	-4.456	-4.562	-4.756	-4.964	-5.224	-5.513	-5.770	-5.957	-6.050
GZ m	0.000	0.342	0.800	1.521	2.389	2.581	2.278	1.700	0.968	0.161
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	99.618	99.611	99.348	98.898	98.504	99.035	99.446	99.642	99.875	100.163
TCF to zero pt. m	0.000	1.666	3.338	5.131	7.520	8.495	9.212	9.670	9.859	9.799
Max deck inclination deg	0.2	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.2	0.2	0.2	0.1	-0.1	-0.2	-0.4	-0.7	-1.7	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 30</b>				Pass
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	92.0 <b>3.151</b>	deg <b>m.deg</b>	<b>18.5540</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 40</b>				Pass
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	n/a 92.0 <b>5.157</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>38.3523</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 30 to 40</b>				Pass
	from the greater of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>&gt;</math>)</b>	n/a 92.0 <b>1.719</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>19.7983</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.3: Angle of maximum GZ</b> <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>25.0</b>	<b>deg</b>	<b>47.3</b>	Pass <b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.4: Initial GMt</b>				Pass
	spec. heel angle <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	0.0 <b>0.150</b>	deg <b>m</b>	<b>1.859</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater</b>				Pass
	<i>in the range from the greater of</i> spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	<i>to the lesser of</i> spec. heel angle	90.0	deg		
	angle of max. GZ <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	47.3 <b>0.200</b>	deg <b>m</b>	47.3 <b>2.595</b>	<b>Pass</b>
	<i>Intermediate values</i> angle at which this GZ occurs		deg	47.3	

**9.- SALIDA LASTRE BUEN TIEMPO Y CONSUMIBLES AL 100%****9.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase - LASTRE, Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	0.000	10.484	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	0.000	7.940	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	11.240	0.000	User Specified
Bodega 7	0%	6338.799	0.000	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	0%	6591.935	0.000	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	0%	6591.101	0.000	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	0%	6590.266	0.000	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	0%	6589.430	0.000	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	0%	6585.755	0.000	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	0%	5514.496	0.000	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	100%	1090.495	1090.495	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	100%	1090.495	1090.495	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	100%	1253.694	1253.694	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	100%	1253.694	1253.694	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	100%	1292.299	1292.299	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	100%	1292.299	1292.299	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	100%	1294.828	1294.828	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	100%	1294.828	1294.828	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	100%	1290.110	1290.110	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	100%	1290.110	1290.110	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	100%	1180.054	1180.054	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	100%	1180.054	1180.054	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	100%	939.776	939.776	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	100%	939.776	939.776	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum
Pique de Popa	0%	289.628	0.000	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum

Pique de Popa Estribor	75%	371.187	278.390	-0.250	5.770	14.087	405.191	Maximum
Pique de Popa Babor	75%	371.187	278.390	-0.250	-5.770	14.087	405.191	Maximum
Pique de Proa	100%	2260.032	2260.032	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	0%	223.809	0.000	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	0%	223.823	0.000	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	0%	223.823	0.000	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	0%	223.823	0.000	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 3	0%	223.823	0.000	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum

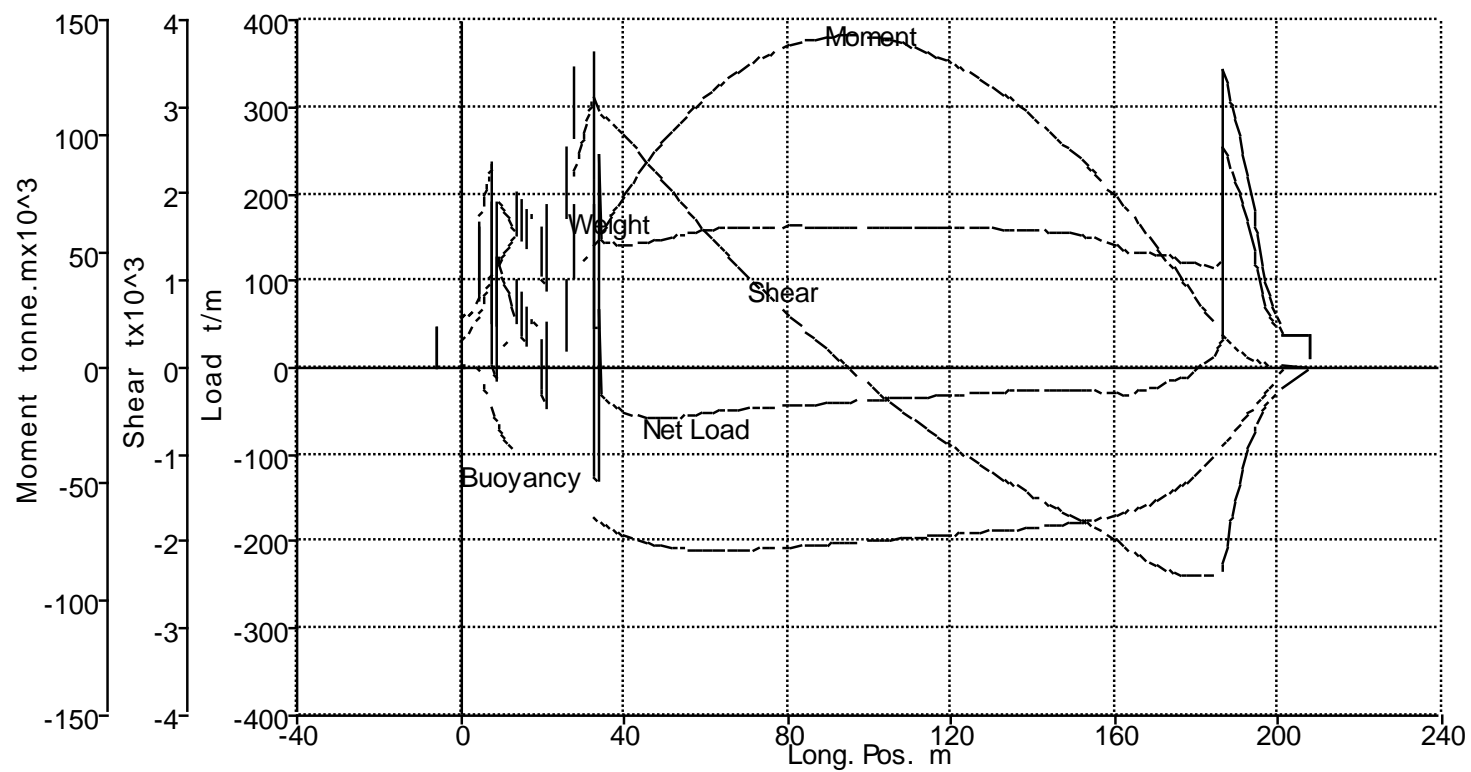
Escotilla 2	0%	223.823	0.000	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	0%	191.849	0.000	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			33318.062	97.555	-0.002	9.396	810.382	
FS correction:						0.024		
VCG fluid:						9.420		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	6.947	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	97.465
Displacement tonne	33316	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	101.164
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	3.576
Draft at FP m	5.506	KG fluid m	9.420
Draft at AP m	8.388	BMt m	9.329
Draft at LCF m	6.894	BML m	396.134
Trim (+ve by stern) m	2.882	GMt corrected m	3.485
WL Length m	197.626	GML corrected m	390.289
WL Beam m	29.097	KMt m	12.905
Wetted Area m^2	7056.826	KML m	399.710
Waterpl. Area m^2	4965.921	Immersion (TPc) tonne/cm	50.901
Prismatic Coeff.	0.774	MTc tonne.m	666.558
Block Coeff.	0.686	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	2026.151
Midship Area Coeff.	0.982	Max deck inclination deg	0.8
Waterpl. Area Coeff.	0.864	Trim angle (+ve by stern) deg	0.8

**9.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Salida LASTRE con buen tiempo**Loadcase – LASTRE, Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	10.484
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	11.570	27.570	0.000	7.940
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	11.240
Bodega 7	0%	6338.799	0.000	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	0%	6591.935	0.000	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	0%	6591.101	0.000	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	0%	6590.266	0.000	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	0%	6589.430	0.000	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	0%	6585.755	0.000	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	0%	5514.496	0.000	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	100%	1090.495	1090.495	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	100%	1090.495	1090.495	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	100%	1253.694	1253.694	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	100%	1253.694	1253.694	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	100%	1292.299	1292.299	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	100%	1292.299	1292.299	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	100%	1294.828	1294.828	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	100%	1294.828	1294.828	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	100%	1290.110	1290.110	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	100%	1290.110	1290.110	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	100%	1180.054	1180.054	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	100%	1180.054	1180.054	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	100%	939.776	939.776	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	100%	939.776	939.776	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	0%	289.628	0.000	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	75%	371.187	278.420	-0.287			5.767	14.088
Pique de Popa Babor	75%	371.187	278.420	-0.287			-5.767	14.088
Pique de Proa	100%	2260.032	2260.032	190.776			0.000	8.997

HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	0%	223.809	0.000	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	0%	223.823	0.000	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	0%	223.823	0.000	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	0%	223.823	0.000	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	0%	223.823	0.000	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	0%	223.823	0.000	153.455	0.000	18.010
Escotilla 1	0%	191.849	0.000	175.205	0.000	18.010
<b>Total Loadcase</b>			33318.123	97.555	-0.002	9.396



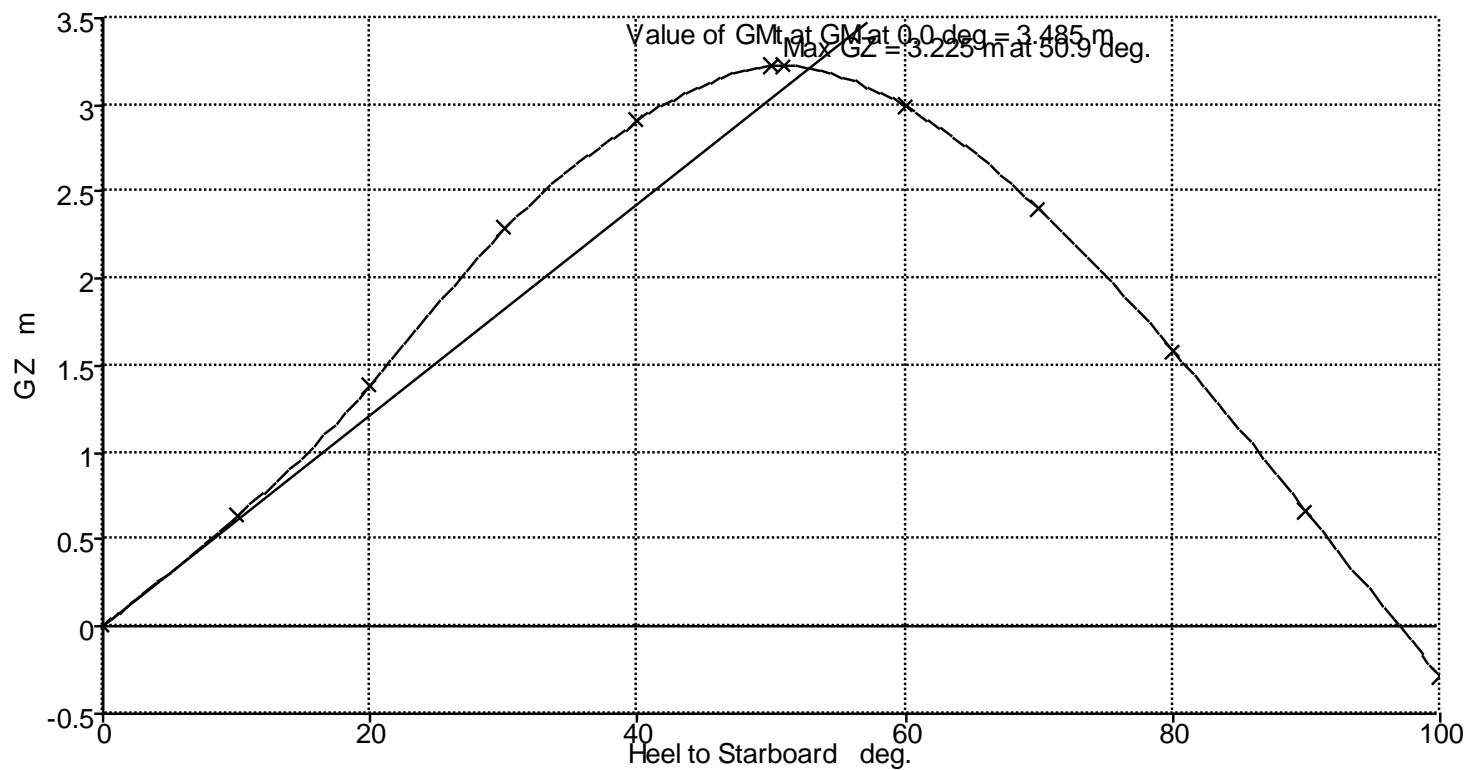


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	0.000	106.316	106.316	0.594	1.804
C 0.5	4.881	15.036	136.575	121.539	1.137	6.075
C 1	9.762	79.603	51.437	-28.165	1.396	12.704
C 1.5	14.642	112.935	223.230	110.295	1.631	19.767
C 2	19.523	136.772	188.441	51.669	1.977	28.689
C 2.5	24.404	155.919	201.114	45.195	2.148	38.665
C 3	29.285	172.536	355.944	183.409	2.730	50.292
C 3.5	34.165	186.500	176.415	-10.085	3.097	65.333
C 4	39.046	197.962	144.592	-53.370	2.875	80.007
C 5	48.808	212.696	149.361	-63.336	2.282	105.389
C 6	58.569	217.505	160.045	-57.460	1.686	124.841
C 7	68.331	216.293	164.260	-52.033	1.151	138.784
C 8	78.092	213.218	165.178	-48.040	0.663	147.746
C 9	87.854	209.277	165.025	-44.251	0.213	152.131
C 10	97.615	205.087	164.512	-40.575	-0.201	152.300
C 11	107.377	200.808	163.906	-36.902	-0.579	148.603
C 12	117.138	196.479	163.238	-33.241	-0.921	141.391
C 13	126.900	192.069	162.482	-29.586	-1.228	131.009
C 14	136.661	187.406	161.221	-26.184	-1.500	117.809
C 15	146.423	181.942	157.889	-24.053	-1.743	102.106
C 16	156.184	174.230	148.536	-25.694	-1.978	84.100
C 17	165.946	161.026	135.012	-26.014	-2.252	63.619
C 18	175.707	137.251	125.182	-12.070	-2.440	40.743
C 18.5	180.588	118.639	121.295	2.657	-2.468	28.807
C 19	185.469	93.936	122.779	28.843	-2.410	16.933
C 19.5	190.349	64.651	269.979	205.328	-1.395	7.532
C 20	195.230	37.343	143.193	105.850	-0.610	2.902

### 9.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

**Loadcase - Salida lastre con buen tiempo.**

**Loadcase -LASTRE, Damage Case – Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>. Fluid analysis method: Use corrected VCG



Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	33317	33318	33318	33318	33318	33317	33319	33318	33319	33319
Draft at FP m	5.506	5.520	5.554	5.478	4.848	3.395	0.863	-4.066	-18.499	N/A
Draft at AP m	8.388	8.359	8.259	8.028	7.317	5.932	3.929	0.295	-10.082	N/A
WL Length m	197.626	197.644	198.122	200.470	206.955	206.580	205.652	204.444	202.819	204.143
Immersed Depth m	8.240	9.467	11.282	12.736	13.486	13.541	13.199	12.511	11.516	10.518
WL Beam m	29.097	29.530	30.798	30.987	29.120	25.596	23.113	21.272	20.153	19.725
Wetted Area m <sup>2</sup>	7056.834	7063.303	7091.872	7050.719	6959.308	7026.720	7068.978	7086.058	7088.480	7103.129
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4965.931	5039.673	5256.970	5277.944	5159.493	4773.956	4291.871	3966.259	3764.758	3690.325
Prismatic Coeff.	0.774	0.775	0.778	0.779	0.763	0.770	0.778	0.784	0.792	0.790
Block Coeff.	0.686	0.588	0.472	0.411	0.400	0.454	0.518	0.597	0.691	0.768
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	97.464	97.470	97.474	97.480	97.486	97.494	97.492	97.490	97.489	97.490
VCB from DWL m	-3.372	-3.456	-3.710	-4.083	-4.293	-4.334	-4.428	-4.549	-4.649	-4.707
GZ m	33317	33318	33318	33318	33318	33317	33319	33318	33319	33319
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	5.506	5.520	5.554	5.478	4.848	3.395	0.863	-4.066	-18.499	N/A
TCF to zero pt. m	8.388	8.359	8.259	8.028	7.317	5.932	3.929	0.295	-10.082	N/A
Max deck inclination deg	197.626	197.644	198.122	200.470	206.955	206.580	205.652	204.444	202.819	204.143
Trim angle (+ve by stern) deg	8.240	9.467	11.282	12.736	13.486	13.541	13.199	12.511	11.516	10.518

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 30</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	97.0 <b>3.151</b>	deg <b>m.deg</b>	<b>31.4631</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	n/a 97.0 <b>5.157</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>57.6647</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 30 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>&gt;</math>)</b>	n/a 97.0 <b>1.719</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>26.2017</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.3: Angle of maximum GZ</b>				Pass
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>25.0</b>	<b>deg</b>	<b>50.9</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.4: Initial GMt</b>				Pass
	spec. heel angle <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	0.0 <b>0.150</b>	deg <b>m</b>	<b>3.485</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater</b>				<b>Pass</b>
	<i>in the range from the greater of</i>				
	spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	<i>to the lesser of</i> spec. heel angle	90.0	deg		
	angle of max. GZ <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	50.9 <b>0.200</b>	deg <b>m</b>	50.9 <b>3.225</b>	<b>Pass</b>
	<i>Intermediate values</i>				
	angle at which this GZ occurs		deg	50.9	

**10.- LLEGADA LASTRES BUEN TIEMPO Y CONSUMIBLES AL 10%****10.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase - LASTRE, Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	0.000	10.484	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	0.000	7.940	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	11.240	0.000	User Specified
Bodega 7	0%	8229.600	0.000	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	0%	8558.243	0.000	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	0%	8557.161	0.000	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	8556.077	8556.077	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	0%	8554.992	0.000	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	0%	8550.220	0.000	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	0%	7159.416	0.000	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	100%	1090.495	1090.495	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	100%	1090.495	1090.495	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	100%	1253.694	1253.694	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	100%	1253.694	1253.694	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	100%	1292.299	1292.299	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	100%	1292.299	1292.299	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	100%	1294.828	1294.828	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	100%	1294.828	1294.828	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	100%	1290.110	1290.110	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	100%	1290.110	1290.110	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	100%	1180.054	1180.054	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	100%	1180.054	1180.054	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	100%	939.776	939.776	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	100%	939.776	939.776	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum

Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	50%	2260.032	1130.016	191.394	0.000	4.659	4259.403	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	10%	401.266	40.127	29.955	3.000	3.246	80.738	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	10%	401.266	40.127	29.955	-3.000	3.246	80.738	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	10%	329.481	32.948	30.084	7.845	3.541	81.883	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	10%	329.481	32.948	30.084	-7.845	3.541	81.883	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	10%	211.456	21.146	23.109	7.135	4.089	56.842	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	10%	211.456	21.146	23.109	-7.135	4.089	56.842	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	10%	173.734	17.370	26.257	7.439	3.770	43.949	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	10%	173.734	17.370	26.257	-7.439	3.770	43.949	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	100%	84.194	84.194	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	100%	84.194	84.194	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	10%	84.760	8.476	26.580	3.000	10.304	33.995	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	10%	84.760	8.476	26.580	-3.000	10.304	33.995	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	10%	63.132	6.313	18.480	7.741	10.417	27.222	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	10%	102.697	10.270	17.778	-7.670	10.428	44.147	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	10%	30.141	3.014	16.598	8.062	10.512	9.210	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	10%	16.664	1.666	14.407	-8.586	11.247	3.221	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	10%	39.889	3.989	14.348	7.317	10.495	16.876	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	10%	23.225	2.323	14.330	-7.125	10.304	1.310	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	10%	30.484	3.048	18.114	0.000	0.101	12.420	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	100%	30.368	30.368	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	10%	86.475	8.647	6.088	-5.235	11.324	22.781	Maximum
Agua Dulce Estribor	10%	132.554	13.255	6.140	5.538	11.449	153.519	Maximum
Agua Dulce Babor	10%	46.080	4.608	6.361	-8.085	12.070	16.179	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	100%	37.855	37.855	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	100%	37.855	37.855	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	100%	23.371	23.371	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	0%	290.569	0.000	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	0%	290.588	0.000	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	0%	290.588	0.000	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	0%	290.588	0.000	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 3	0%	290.588	0.000	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 2	0%	290.588	0.000	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	0%	249.075	0.000	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			38841.708	100.866	0.000	9.044	5161.100	
FS correction:						0.133		
VCG fluid:						9.177		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	8.004	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.828
Displacement tonne	38838	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	100.626
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	4.095
Draft at FP m	7.389	KG fluid m	9.177
Draft at AP m	8.618	BMt m	8.025
Draft at LCF m	7.984	BML m	338.920
Trim (+ve by stern) m	1.229	GMt corrected m	2.942
WL Length m	197.437	GML corrected m	333.837
WL Beam m	29.100	KMt m	12.120
Wetted Area m^2	7498.391	KML m	343.015
Waterpl. Area m^2	4965.169	Immersion (TPc) tonne/cm	50.893
Prismatic Coeff.	0.818	MTc tonne.m	664.642
Block Coeff.	0.771	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1994.351
Midship Area Coeff.	0.989	Max deck inclination deg	0.4
Waterpl. Area Coeff.	0.864	Trim angle (+ve by stern) deg	0.4

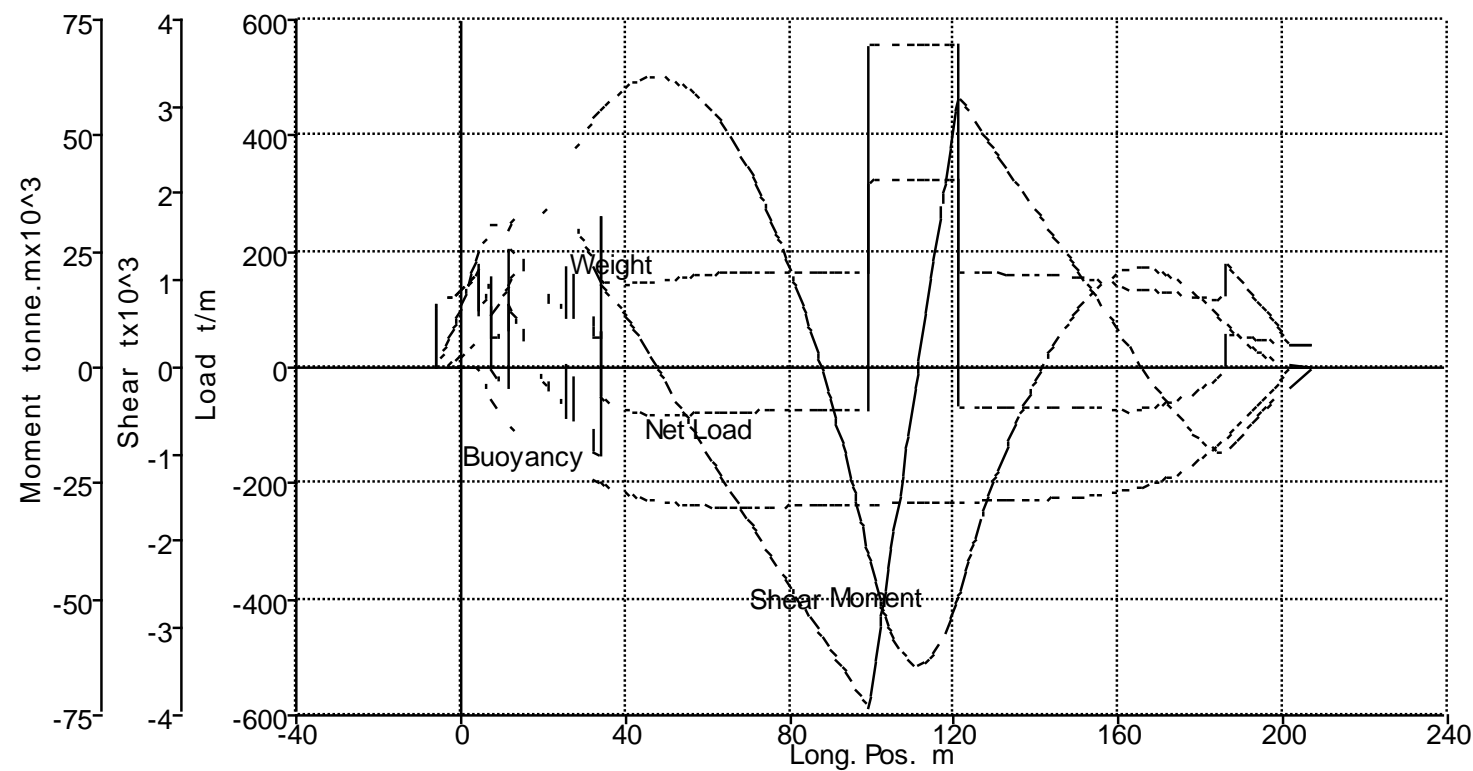
**10.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Llegada lastre buen tiempo.****Loadcase - LASTRE, Damage Case – Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	10.484
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	11.570	27.570	0.000	7.940
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	11.240
Bodega 7	0%	8229.600	0.000	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	0%	8558.243	0.000	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	0%	8557.161	0.000	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	8556.077	8556.077	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	0%	8554.992	0.000	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	0%	8550.220	0.000	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	0%	7159.416	0.000	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	100%	1090.495	1090.495	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	100%	1090.495	1090.495	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	100%	1253.694	1253.694	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	100%	1253.694	1253.694	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	100%	1292.299	1292.299	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	100%	1292.299	1292.299	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	100%	1294.828	1294.828	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	100%	1294.828	1294.828	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	100%	1290.110	1290.110	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	100%	1290.110	1290.110	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	100%	1180.054	1180.054	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	100%	1180.054	1180.054	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	100%	939.776	939.776	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	100%	939.776	939.776	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316			6.003	14.774
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316			-6.003	14.774



Pique de Proa	50%	2260.032	1130.186	191.386	0.000	4.660
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	10%	401.266	40.127	29.947	3.000	3.246
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	10%	401.266	40.127	29.947	-3.000	3.246
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	10%	329.481	32.932	30.078	7.845	3.541
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	10%	329.481	32.932	30.078	-7.845	3.541
HFO Almacén <1,5%S Estribor	10%	211.456	21.135	23.106	7.135	4.088
HFO Almacén <1,5%S Babor	10%	211.456	21.135	23.106	-7.135	4.088
HFO Almacén <0,1%S Estribor	10%	173.734	17.358	26.255	7.438	3.770
HFO Almacén <0,1%S Babor	10%	173.734	17.358	26.255	-7.438	3.770
HFO Sedimentación Estribor	100%	84.194	84.194	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	100%	84.194	84.194	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	10%	84.760	8.476	26.577	3.000	10.304
HFO Servicio Diario Babor	10%	84.760	8.476	26.577	-3.000	10.304
Diesel Oil Almacén Estribor	10%	63.132	6.310	18.477	7.740	10.417
Diesel Oil Almacén Babor	10%	102.697	10.262	17.770	-7.669	10.428
Diesel Oil Servicio Diario	10%	30.141	3.011	16.597	8.061	10.511
Aceite Almacén Cilindros	10%	16.664	1.665	14.406	-8.586	11.247
Aceite Almacén Cojinetes	10%	39.889	3.985	14.346	7.317	10.494
Aceite Almacén Motores Auxiliar	10%	23.225	2.321	14.328	-7.125	10.304
Aceite Servicio Diario Motor Pp	10%	30.484	3.049	18.012	0.000	0.101
Aceite Sucio del Motor Ppal	100%	30.368	30.368	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	10%	86.475	8.644	6.081	-5.235	11.324
Agua Dulce Estribor	10%	132.554	13.246	6.134	5.537	11.449
Agua Dulce Babor	10%	46.080	4.611	6.356	-8.085	12.071
Sentinas (Aguas Grises)	100%	37.855	37.855	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	100%	37.855	37.855	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	100%	23.371	23.371	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	0%	290.569	0.000	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	0%	290.588	0.000	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	0%	290.588	0.000	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	0%	290.588	0.000	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	0%	290.588	0.000	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	0%	290.588	0.000	153.455	0.000	18.010
Escotilla 1	0%	249.075	0.000	175.205	0.000	18.010

Total Loadcase	38841.771	100.866	0.000	9.044
----------------	-----------	---------	-------	-------

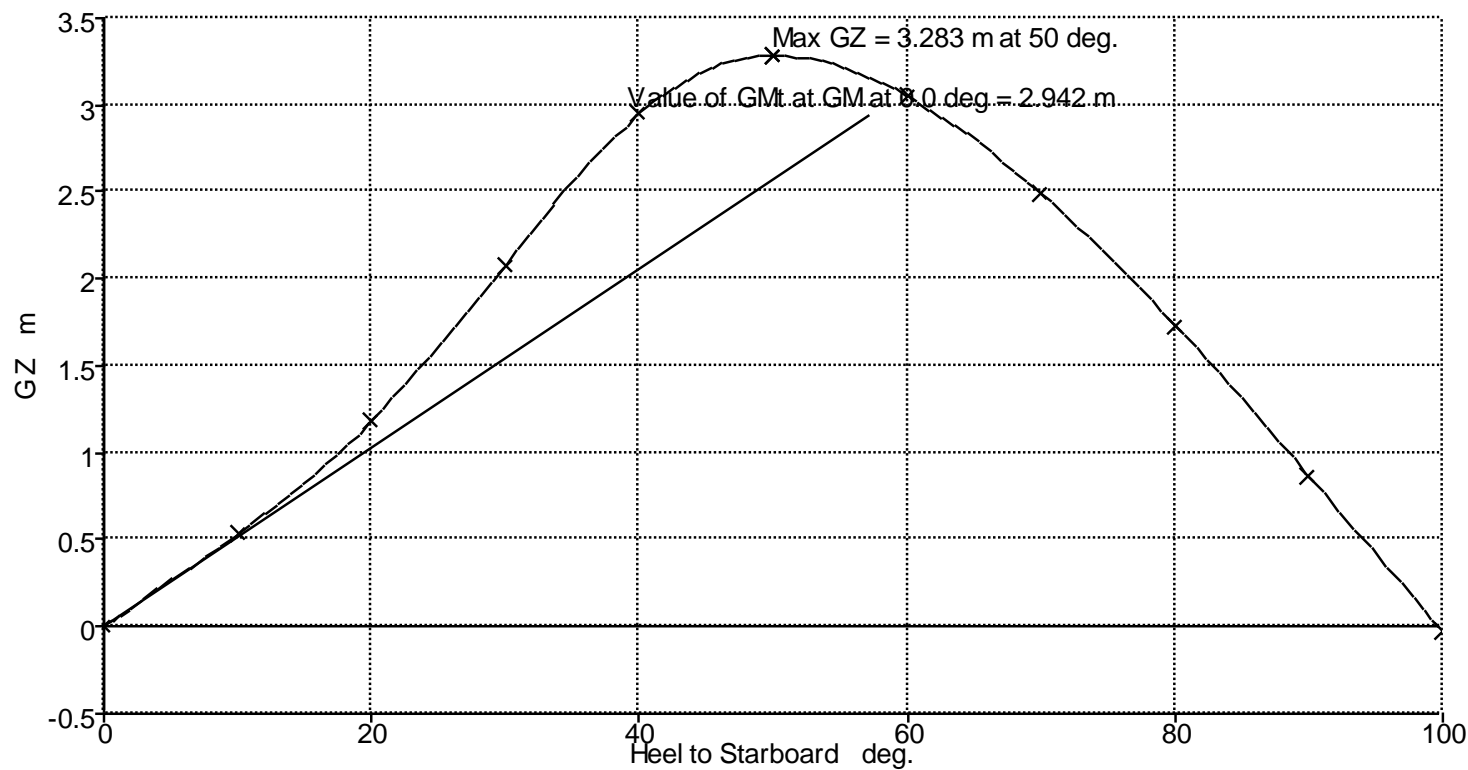


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	0.000	131.569	131.569	0.708	2.066
C 0.5	4.881	16.777	101.690	84.913	1.404	7.234
C 1	9.762	84.373	61.532	-22.841	1.620	14.951
C 1.5	14.642	119.548	189.658	70.110	1.839	23.121
C 2	19.523	145.108	131.839	-13.268	1.940	32.517
C 2.5	24.404	165.968	97.618	-68.350	1.752	41.634
C 3	29.285	184.326	83.147	-101.179	1.485	49.673
C 3.5	34.165	200.030	176.415	-23.615	0.950	55.641
C 4	39.046	213.213	144.592	-68.620	0.658	59.634
C 5	48.808	231.198	149.361	-81.837	-0.100	62.524
C 6	58.569	238.916	160.045	-78.871	-0.891	57.726
C 7	68.331	240.331	164.260	-76.071	-1.648	45.379
C 8	78.092	239.788	165.178	-74.610	-2.383	25.763
C 9	87.854	238.329	165.025	-73.304	-3.104	-0.963
C 10	97.615	236.610	164.512	-72.097	-3.814	-34.670
C 11	107.377	234.798	557.295	322.497	-1.248	-61.709
C 12	117.138	232.936	556.604	323.668	1.905	-58.440
C 13	126.900	230.991	162.482	-68.508	2.683	-31.575
C 14	136.661	228.751	161.221	-67.530	2.019	-8.560
C 15	146.423	225.526	157.889	-67.637	1.362	8.018
C 16	156.184	219.448	148.536	-70.912	0.692	18.140
C 17	165.946	206.245	135.012	-71.234	-0.026	21.494
C 18	175.707	179.111	125.182	-53.929	-0.643	18.164
C 18.5	180.588	156.652	121.295	-35.357	-0.866	14.482
C 19	185.469	125.936	122.779	-3.156	-0.980	9.961
C 19.5	190.349	88.651	141.947	53.296	-0.739	5.740
C 20	195.230	54.350	101.907	47.557	-0.493	2.784

### 10.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

**Loadcase - Llegada lastre con buen tiempo.**

**Loadcase - LASTRE, Damage Case – Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>). Fluid analysis method: Use corrected VCG



Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	38838	38842	38842	38842	38842	38842	38842	38842	38842	38842
Draft at FP m	7.389	7.406	7.452	7.501	7.204	6.411	5.096	2.573	-4.783	N/A
Draft at AP m	8.618	8.587	8.484	8.251	7.582	6.387	4.649	1.463	-7.649	N/A
WL Length m	197.437	197.487	198.146	200.946	206.725	207.002	207.146	206.805	206.320	206.291
Immersed Depth m	8.555	10.230	12.062	13.518	14.324	14.526	14.336	13.773	12.862	11.856
WL Beam m	29.100	29.542	30.889	32.392	30.180	25.716	22.933	21.317	20.346	19.890
Wetted Area m^2	7498.395	7504.430	7529.938	7610.604	7564.491	7652.770	7687.407	7719.216	7734.833	7746.127
Waterpl. Area m^2	4965.164	5042.372	5288.048	5614.083	5523.376	4835.200	4333.229	4026.450	3839.450	3762.244
Prismatic Coeff.	0.818	0.819	0.821	0.818	0.802	0.805	0.803	0.803	0.804	0.805
Block Coeff.	0.771	0.635	0.513	0.431	0.424	0.490	0.556	0.624	0.702	0.779
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.829	100.835	100.839	100.846	100.855	100.867	100.874	100.881	100.886	100.891
VCB from DWL m	-3.888	-3.945	-4.122	-4.418	-4.627	-4.768	-4.963	-5.157	-5.306	-5.382
GZ m	0.000	0.532	1.184	2.082	2.949	3.283	3.053	2.493	1.737	0.869
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	100.626	100.574	100.381	99.886	98.662	98.666	98.962	99.313	99.709	99.964
TCF to zero pt. m	0.000	1.467	2.953	4.830	8.312	9.308	9.838	10.107	10.120	9.843
Max deck inclination deg	0.4	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	-0.1	-0.3	-0.8	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 30</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	99.7 <b>3.151</b>	deg <b>m.deg</b>	<b>27.2113</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	n/a 99.7 <b>5.157</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>52.6259</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 30 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>&gt;</math>)</b>	n/a 99.7 <b>1.719</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>25.4146</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.3: Angle of maximum GZ shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>25.0</b>	<b>deg</b>	<b>50</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.4: Initial GMt</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	0.0 <b>0.150</b>	deg <b>m</b>	<b>2.942</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater</b>				<b>Pass</b>
	<i>in the range from the greater of</i>				
	spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	<i>to the lesser of</i> spec. heel angle	90.0	deg		
	angle of max. GZ <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	50.0 <b>0.200</b>	deg <b>m</b>	50.0 <b>2.082</b>	<b>Pass</b>
	<i>Intermediate values</i> angle at which this GZ occurs		deg	50.0	

**11.- SALIDA LASTRE MAL TIEMPO Y COMSUMIBLES AL 100%****11.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase - Caso Lastre Mal Tiempo, Damage Case-Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity)=1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	0.000	10.484	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	0.000	7.940	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	0%	8229.600	0.000	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	0%	8558.243	0.000	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	0%	8557.161	0.000	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	8556.077	8556.077	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	0%	8554.992	0.000	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	0%	8550.220	0.000	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	0%	7159.416	0.000	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	100%	1090.495	1090.495	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	100%	1090.495	1090.495	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	100%	1253.694	1253.694	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	100%	1253.694	1253.694	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	100%	1292.299	1292.299	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	100%	1292.299	1292.299	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	100%	1294.828	1294.828	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	100%	1294.828	1294.828	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	100%	1290.110	1290.110	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	100%	1290.110	1290.110	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	100%	1180.054	1180.054	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	100%	1180.054	1180.054	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	100%	939.776	939.776	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	100%	939.776	939.776	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum

Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	100%	2260.032	2260.032	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	0%	290.569	0.000	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	0%	290.588	0.000	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	0%	290.588	0.000	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	100%	290.588	290.588	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 3	0%	290.588	0.000	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum



Escotilla 2	0%	290.588	0.000	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	0%	249.075	0.000	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			42639.948	99.072	-0.001	9.435	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						9.435		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	8.761	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	99.002
Displacement tonne	42640	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	99.495
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	4.491
Draft at FP m	7.599	KG fluid m	9.435
Draft at AP m	9.922	BMt m	7.378
Draft at LCF m	8.737	BML m	320.290
Trim (+ve by stern) m	2.322	GMt corrected m	2.434
WL Length m	200.878	GML corrected m	315.346
WL Beam m	29.100	KMt m	11.869
Wetted Area m^2	7823.239	KML m	324.781
Waterpl. Area m^2	5023.580	Immersion (TPc) tonne/cm	51.492
Prismatic Coeff.	0.792	MTc tonne.m	689.280
Block Coeff.	0.726	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1811.348
Midship Area Coeff.	0.984	Max deck inclination deg	0.7
Waterpl. Area Coeff.	0.859	Trim angle (+ve by stern) deg	0.7

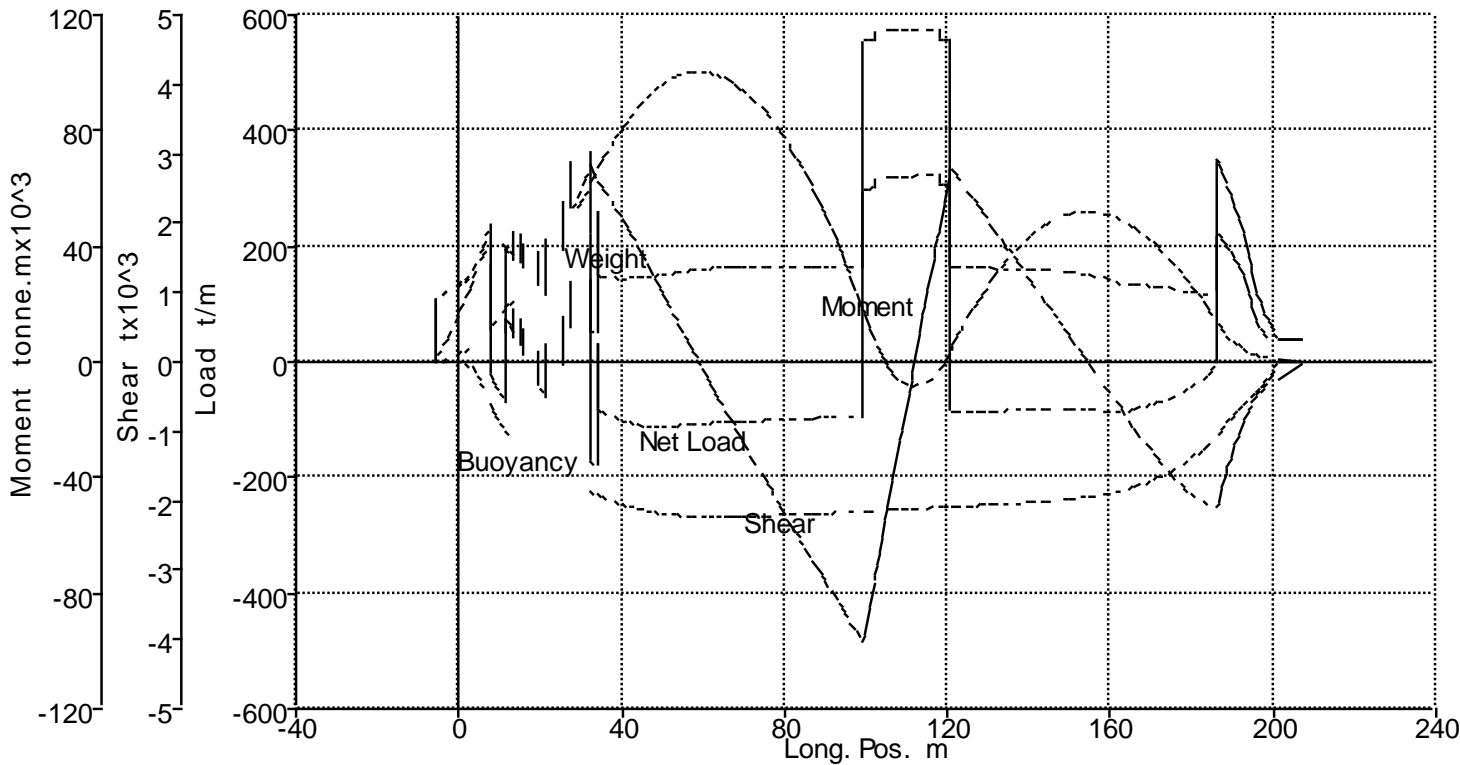
**11.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Salida LASTRE CON MAL TIEMPO.**

**Loadcase–LASTRE MAL TIEMPO, DamageCase–Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	10.484
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	11.570	27.570	0.000	7.940
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	0%	8229.600	0.000	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	0%	8558.243	0.000	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	0%	8557.161	0.000	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	8556.077	8556.077	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	0%	8554.992	0.000	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	0%	8550.220	0.000	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	0%	7159.416	0.000	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	100%	1090.495	1090.495	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	100%	1090.495	1090.495	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	100%	1253.694	1253.694	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	100%	1253.694	1253.694	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	100%	1292.299	1292.299	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	100%	1292.299	1292.299	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	100%	1294.828	1294.828	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	100%	1294.828	1294.828	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	100%	1290.110	1290.110	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	100%	1290.110	1290.110	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	100%	1180.054	1180.054	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	100%	1180.054	1180.054	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	100%	939.776	939.776	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	100%	939.776	939.776	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316			6.003	14.774
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316			-6.003	14.774

Pique de Proa	100%	2260.032	2260.032	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	0%	290.569	0.000	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	0%	290.588	0.000	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	0%	290.588	0.000	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	100%	290.588	290.588	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	0%	290.588	0.000	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	0%	290.588	0.000	153.455	0.000	18.010
Escotilla 1	0%	249.075	0.000	175.205	0.000	18.010

Total Loadcase	42639.948	99.072	-0.001	9.435
----------------	-----------	--------	--------	-------

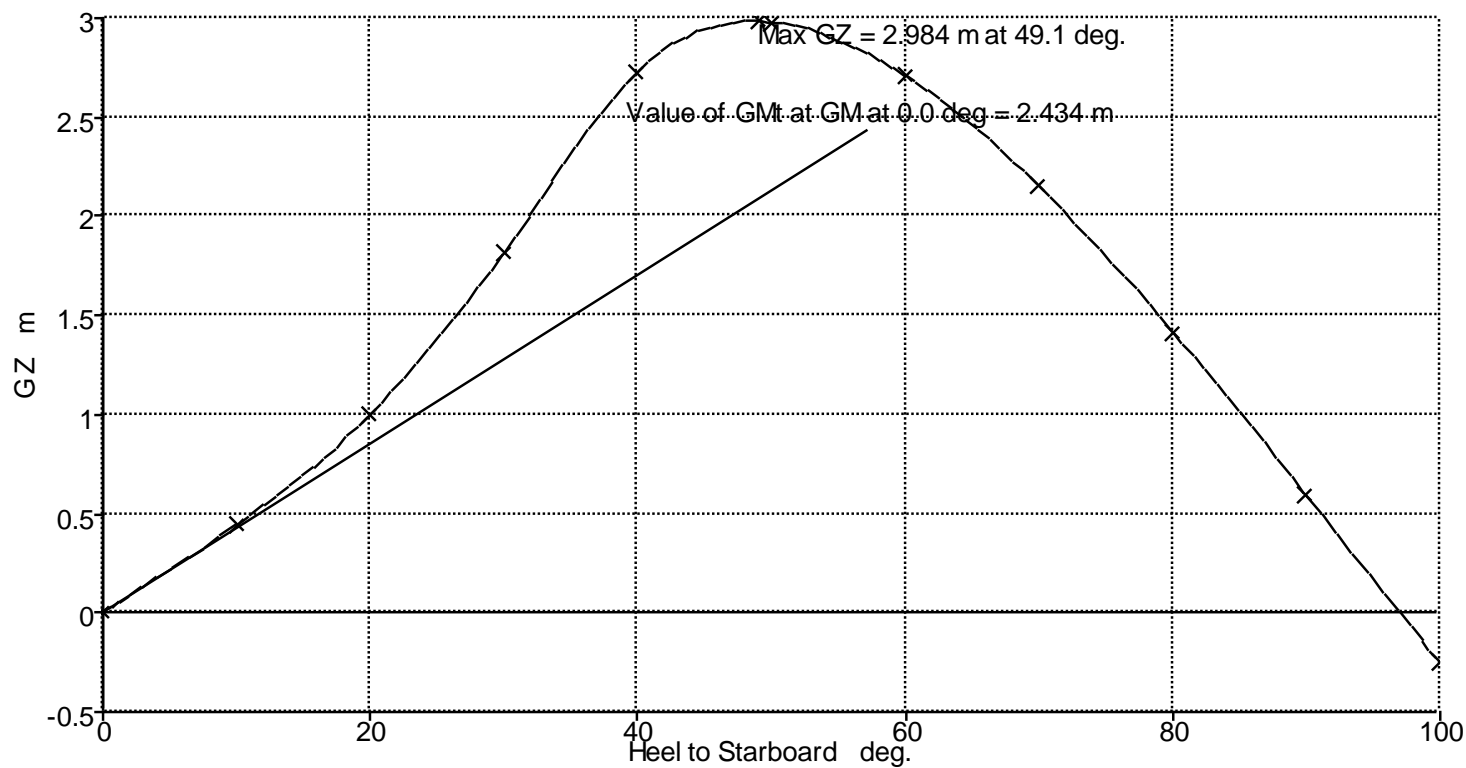


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	0.589	131.569	130.980	0.707	2.119
C 0.5	4.881	28.877	178.755	149.878	1.400	7.291
C 1	9.762	104.654	51.437	-53.217	1.743	15.600
C 1.5	14.642	143.167	223.230	80.063	1.842	24.037
C 2	19.523	170.844	188.441	17.597	2.030	33.616
C 2.5	24.404	193.224	201.114	7.891	2.027	43.438
C 3	29.285	212.717	355.944	143.228	2.419	54.022
C 3.5	34.165	229.202	176.415	-52.787	2.584	67.064
C 4	39.046	242.854	144.592	-98.262	2.148	78.722
C 5	48.808	260.883	149.361	-111.522	1.100	94.820
C 6	58.569	267.707	160.045	-107.661	0.023	100.408
C 7	68.331	267.709	164.260	-103.449	-1.008	95.710
C 8	78.092	265.607	165.178	-100.428	-2.003	81.135
C 9	87.854	262.529	165.025	-97.504	-2.968	56.990
C 10	97.615	259.178	164.512	-94.666	-3.906	23.558
C 11	107.377	255.733	575.745	320.011	-1.454	-5.098
C 12	117.138	252.239	575.054	322.815	1.683	-3.867
C 13	126.900	248.660	162.482	-86.178	2.293	20.121
C 14	136.661	244.772	161.221	-83.550	1.465	38.580
C 15	146.423	239.842	157.889	-81.954	0.659	49.074
C 16	156.184	231.917	148.536	-83.381	-0.141	51.751
C 17	165.946	216.577	135.012	-81.565	-0.970	46.472
C 18	175.707	186.887	125.182	-61.705	-1.676	33.529
C 18.5	180.588	162.957	121.295	-41.662	-1.934	24.745
C 19	185.469	130.633	122.779	-7.854	-2.075	14.973
C 19.5	190.349	91.691	269.979	178.288	-1.216	6.805
C 20	195.230	56.083	143.193	87.110	-0.542	2.761

### 11.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

**Loadcase - Salida Lastre Mal Tiempo.**

**Loadcase – LASTRE MAL TIEMPO, Damage Case–Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity)=1.025; Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>). Fluid analysis method: Use corrected VCG



Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	42640	42640	42640	42640	42640	42640	42644	42643	42642	42642
Draft at FP m	7.599	7.620	7.676	7.756	7.562	6.921	5.837	3.735	-2.408	N/A
Draft at AP m	9.922	9.884	9.764	9.510	8.971	8.282	7.364	5.740	1.191	N/A
WL Length m	200.878	201.312	203.369	206.425	206.661	206.851	207.123	206.956	206.639	206.532
Immersed Depth m	9.802	11.141	12.900	14.274	15.055	15.341	15.218	14.690	13.796	12.787
WL Beam m	29.100	29.546	30.924	33.040	30.218	25.691	22.907	21.276	20.381	19.940
Wetted Area m <sup>2</sup>	7823.239	7832.928	7871.914	7968.078	8010.462	8072.167	8109.732	8141.716	8162.321	8176.390
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5023.580	5106.580	5372.825	5792.127	5581.049	4824.346	4329.226	4032.597	3862.535	3791.461
Prismatic Coeff.	0.792	0.791	0.788	0.787	0.800	0.807	0.810	0.813	0.816	0.817
Block Coeff.	0.726	0.628	0.513	0.427	0.442	0.510	0.576	0.643	0.716	0.790
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	99.002	99.015	99.018	99.027	99.034	99.044	99.046	99.047	99.048	99.049
VCB from DWL m	-4.252	-4.292	-4.418	-4.641	-4.845	-5.071	-5.335	-5.574	-5.751	-5.839
GZ m	0.001	0.444	1.003	1.820	2.729	2.980	2.713	2.153	1.420	0.596
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	99.495	99.373	98.972	98.331	98.096	98.978	99.206	99.499	99.537	99.576
TCF to zero pt. m	0.000	1.613	3.237	5.041	7.779	8.730	9.394	9.798	9.930	9.805
Max deck inclination deg	0.7	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.7	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.6	1.1	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 30</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	97.0 <b>3.151</b>	deg <b>m.deg</b>	<b>23.1289</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	n/a 97.0 <b>5.157</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>46.1383</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 30 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>&gt;</math>)</b>	n/a 97.0 <b>1.719</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>23.0094</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.3: Angle of maximum GZ</b>				Pass
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>25.0</b>	<b>deg</b>	<b>49.1</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.4: Initial GMt</b>				Pass
	spec. heel angle <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	0.0 <b>0.150</b>	deg <b>m</b>	<b>2.434</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater</b>				<b>Pass</b>
	<i>in the range from the greater of</i>				
	spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	<i>to the lesser of</i> spec. heel angle	90.0	deg		
	angle of max. GZ <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	49.1 <b>0.200</b>	deg <b>m</b>	49.1 <b>2.984</b>	<b>Pass</b>
	<i>Intermediate values</i>				
	angle at which this GZ occurs		deg	49.1	



**12.- LLEGADA LASTRE MAL TIEMPO Y COMSUMIBLES AL 10%****12.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase - Caso Lastre Mal Tiempo, Damage Case-Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity)=1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	0.000	10.484	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	0.000	7.940	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	11.240	0.000	User Specified
Bodega 7	0%	8229.600	0.000	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	0%	8558.243	0.000	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	0%	8557.161	0.000	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	8556.077	8556.077	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	0%	8554.992	0.000	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	0%	8550.221	0.000	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	0%	7159.416	0.000	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	100%	1090.495	1090.495	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	100%	1090.495	1090.495	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	100%	1253.694	1253.694	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	100%	1253.694	1253.694	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	100%	1292.299	1292.299	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	100%	1292.299	1292.299	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	100%	1294.828	1294.828	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	100%	1294.828	1294.828	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	100%	1290.110	1290.110	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	100%	1290.110	1290.110	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	100%	1180.054	1180.054	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	100%	1180.054	1180.054	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	100%	939.776	939.776	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	100%	939.776	939.776	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum

Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	50%	2260.032	1130.087	191.391	0.000	4.659	4259.403	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	10%	401.266	40.127	29.940	3.000	3.246	80.738	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	10%	401.266	40.127	29.940	-3.000	3.246	80.738	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	10%	329.481	32.948	30.072	7.844	3.541	81.883	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	10%	329.481	32.948	30.072	-7.844	3.541	81.883	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	10%	211.456	21.146	23.103	7.134	4.089	56.842	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	10%	211.456	21.146	23.103	-7.134	4.089	56.842	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	10%	173.734	17.370	26.253	7.438	3.770	43.949	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	10%	173.734	17.370	26.253	-7.438	3.770	43.949	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	100%	84.194	84.194	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	100%	84.194	84.194	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	10%	84.760	8.476	26.575	3.000	10.304	33.995	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	10%	84.760	8.476	26.575	-3.000	10.304	33.995	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	10%	63.132	6.313	18.474	7.740	10.417	27.222	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	10%	102.697	10.270	17.763	-7.668	10.428	44.147	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	10%	30.141	3.014	16.596	8.061	10.512	9.210	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	10%	16.664	1.666	14.405	-8.586	11.247	3.221	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	10%	39.889	3.989	14.345	7.317	10.495	16.876	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	10%	23.225	2.323	14.327	-7.125	10.304	1.310	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	10%	30.484	3.048	17.917	0.000	0.102	12.420	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	100%	30.368	30.368	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	10%	86.475	8.648	6.074	-5.235	11.324	22.781	Maximum
Agua Dulce Estribor	10%	132.554	13.255	6.129	5.536	11.450	153.519	Maximum
Agua Dulce Babor	10%	46.080	4.608	6.352	-8.084	12.070	16.179	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	100%	37.855	37.855	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	100%	37.855	37.855	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	100%	23.371	23.371	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	0%	290.569	0.000	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	0%	290.588	0.000	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	0%	290.588	0.000	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	100%	290.588	290.588	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 3	0%	290.588	0.000	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 2	0%	290.588	0.000	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	0%	249.075	0.000	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			39132.367	100.933	0.000	9.111	5161.100	
FS correction:						0.132		
VCG fluid:						9.243		

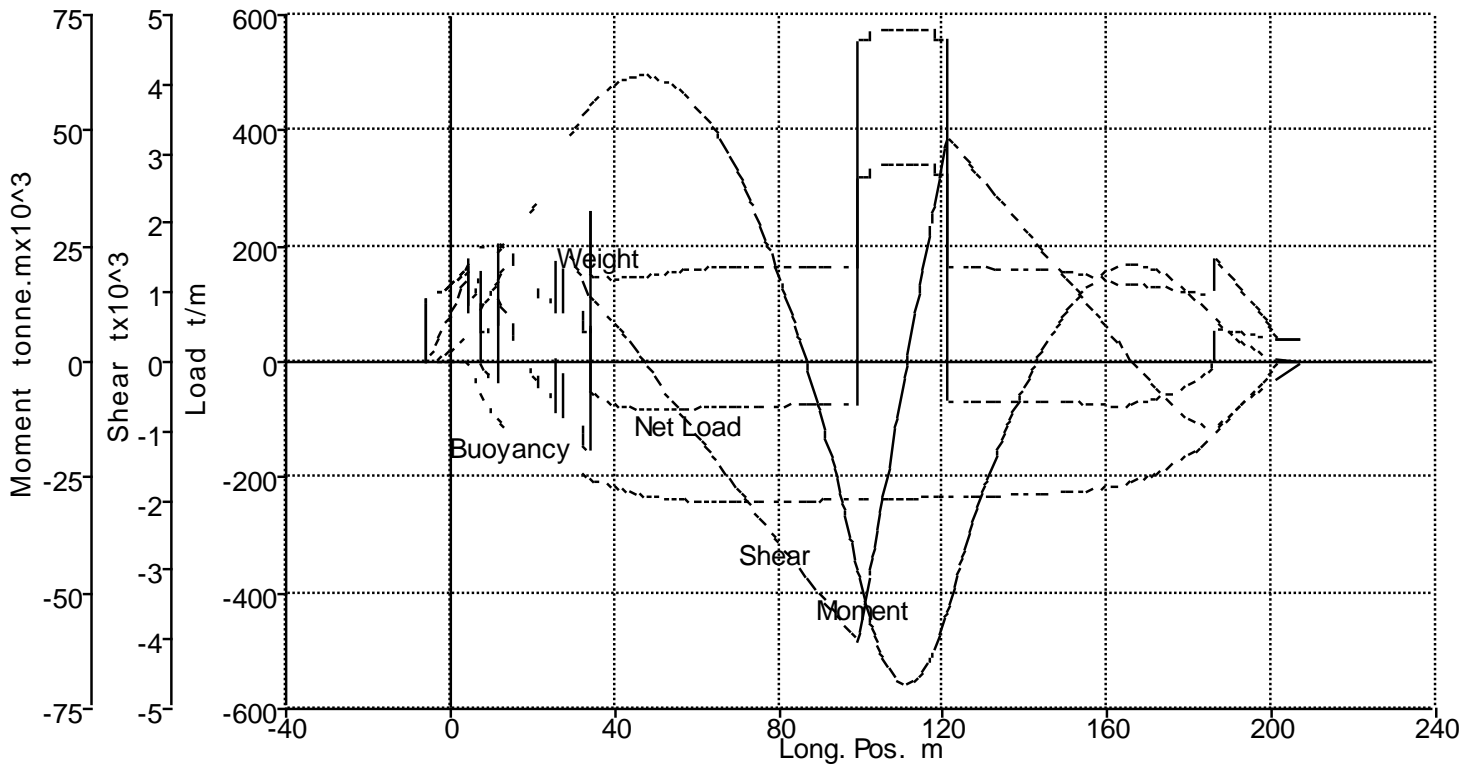
EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	8.060	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.897
Displacement tonne	39129	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	100.582
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	4.124
Draft at FP m	7.466	KG fluid m	9.243
Draft at AP m	8.654	BMt m	7.967
Draft at LCF m	8.042	BML m	336.553
Trim (+ve by stern) m	1.188	GMt corrected m	2.848
WL Length m	197.448	GML corrected m	331.433
WL Beam m	29.100	KMt m	12.091
Wetted Area m^2	7521.957	KML m	340.676
Waterpl. Area m^2	4966.037	Immersion (TPc) tonne/cm	50.902
Prismatic Coeff.	0.819	MTc tonne.m	664.824
Block Coeff.	0.773	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1944.867
Midship Area Coeff.	0.989	Max deck inclination deg	0.3
Waterpl. Area Coeff.	0.864	Trim angle (+ve by stern) deg	0.3

**12.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Llegada LASTRE CON MAL TIEMPO.****Loadcase–LASTRE MAL TIEMPO, DamageCase–Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	10.484
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	11.570	27.570	0.000	7.940
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	11.240
Bodega 7	0%	8229.600	0.000	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	0%	8558.243	0.000	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	0%	8557.161	0.000	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	8556.077	8556.077	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	0%	8554.992	0.000	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	0%	8550.221	0.000	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	0%	7159.416	0.000	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	100%	1090.495	1090.495	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	100%	1090.495	1090.495	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	100%	1253.694	1253.694	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	100%	1253.694	1253.694	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	100%	1292.299	1292.299	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	100%	1292.299	1292.299	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	100%	1294.828	1294.828	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	100%	1294.828	1294.828	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	100%	1290.110	1290.110	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	100%	1290.110	1290.110	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	100%	1180.054	1180.054	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	100%	1180.054	1180.054	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	100%	939.776	939.776	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	100%	939.776	939.776	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316			6.003	14.774
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316			-6.003	14.774

Pique de Proa	50%	2260.032	1130.089	191.386	0.000	4.659
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	10%	401.266	40.127	29.947	3.000	3.246
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	10%	401.266	40.127	29.947	-3.000	3.246
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	10%	329.481	32.932	30.078	7.845	3.541
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	10%	329.481	32.932	30.078	-7.845	3.541
HFO Almacén <1,5%S Estribor	10%	211.456	21.135	23.106	7.135	4.088
HFO Almacén <1,5%S Babor	10%	211.456	21.135	23.106	-7.135	4.088
HFO Almacén <0,1%S Estribor	10%	173.734	17.359	26.255	7.438	3.770
HFO Almacén <0,1%S Babor	10%	173.734	17.359	26.255	-7.438	3.770
HFO Sedimentación Estribor	100%	84.194	84.194	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	100%	84.194	84.194	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	10%	84.760	8.476	26.577	3.000	10.304
HFO Servicio Diario Babor	10%	84.760	8.476	26.577	-3.000	10.304
Diesel Oil Almacén Estribor	10%	63.132	6.310	18.477	7.740	10.417
Diesel Oil Almacén Babor	10%	102.697	10.262	17.770	-7.669	10.428
Diesel Oil Servicio Diario	10%	30.141	3.013	16.597	8.061	10.512
Aceite Almacén Cilindros	10%	16.664	1.665	14.406	-8.586	11.247
Aceite Almacén Cojinetes	10%	39.889	3.985	14.346	7.317	10.494
Aceite Almacén Motores Auxiliar	10%	23.225	2.321	14.328	-7.125	10.304
Aceite Servicio Diario Motor Pp	10%	30.484	3.049	18.015	0.000	0.101
Aceite Sucio del Motor Ppal	100%	30.368	30.368	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	10%	86.475	8.644	6.081	-5.235	11.324
Agua Dulce Estribor	10%	132.554	13.246	6.134	5.537	11.449
Agua Dulce Babor	10%	46.080	4.608	6.356	-8.085	12.070
Sentinas (Aguas Grises)	100%	37.855	37.855	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	100%	37.855	37.855	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	100%	23.371	23.371	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	0%	290.569	0.000	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	0%	290.588	0.000	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	0%	290.588	0.000	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	100%	290.588	290.588	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	0%	290.588	0.000	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	0%	290.588	0.000	153.455	0.000	18.010
Escotilla 1	0%	249.075	0.000	175.205	0.000	18.010

Total Loadcase	39132.263	100.933	0.000	9.111
----------------	-----------	---------	-------	-------

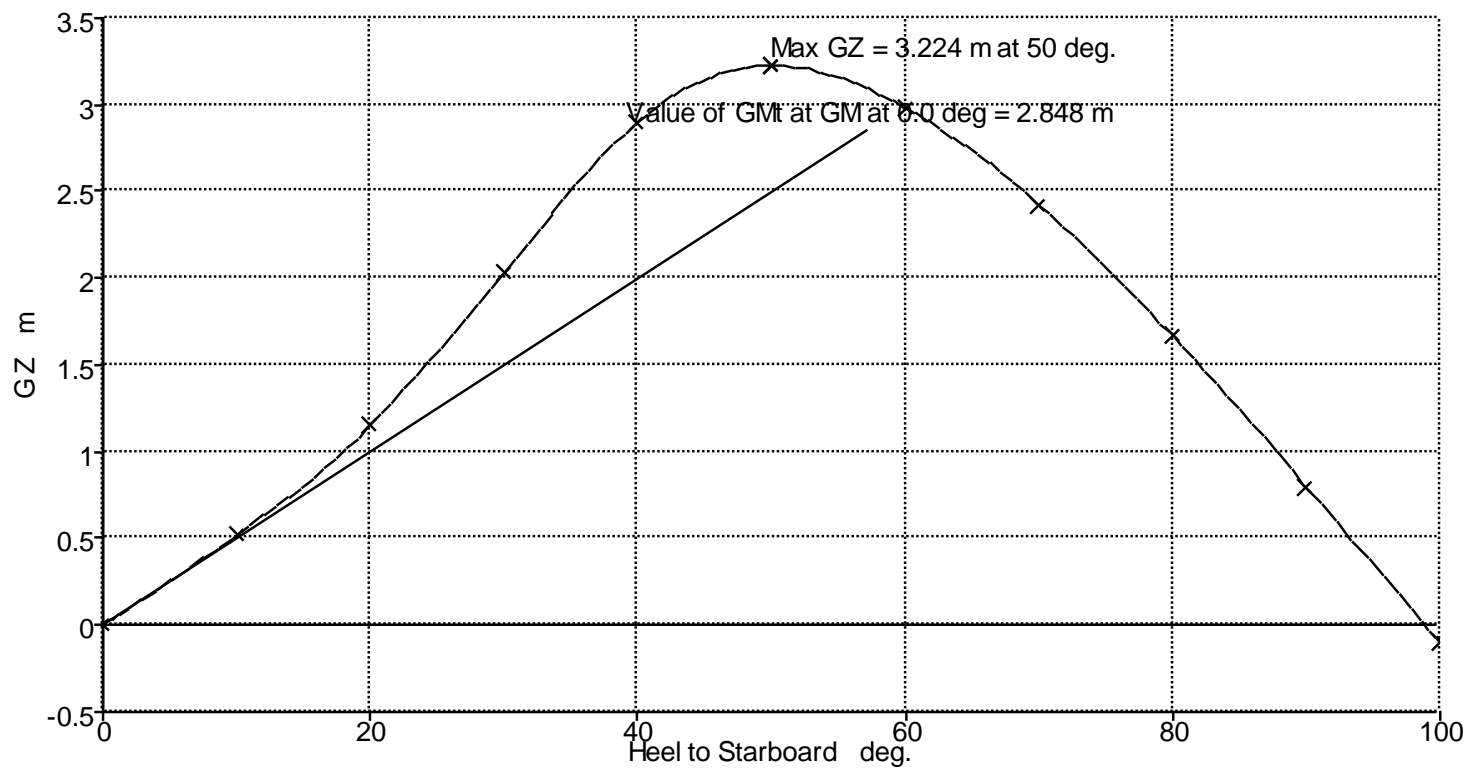


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	0.000	131.550	131.550	0.718	2.644
C 0.5	4.881	17.142	101.670	84.528	1.413	7.853
C 1	9.762	85.172	61.513	-23.659	1.626	15.602
C 1.5	14.642	120.526	189.638	69.112	1.841	23.785
C 2	19.523	146.215	131.821	-14.394	1.936	33.170
C 2.5	24.404	167.182	97.599	-69.582	1.743	42.250
C 3	29.285	185.632	83.127	-102.505	1.470	50.223
C 3.5	34.165	201.416	176.396	-25.020	0.928	56.092
C 4	39.046	214.667	144.573	-70.094	0.629	59.954
C 5	48.808	232.751	149.342	-83.410	-0.144	62.473
C 6	58.569	240.526	160.026	-80.500	-0.950	57.155
C 7	68.331	241.971	164.241	-77.730	-1.723	44.134
C 8	78.092	241.449	165.159	-76.290	-2.475	23.686
C 9	87.854	240.009	165.006	-75.003	-3.212	-4.033
C 10	97.615	238.307	164.493	-73.814	-3.939	-38.894
C 11	107.377	236.513	575.726	339.213	-1.292	-66.993
C 12	117.138	234.669	575.035	340.366	2.025	-63.375
C 13	126.900	232.741	162.463	-70.278	2.798	-35.327
C 14	136.661	230.517	161.202	-69.315	2.117	-11.295
C 15	146.423	227.300	157.869	-69.431	1.442	6.130
C 16	156.184	221.209	148.517	-72.691	0.755	16.929
C 17	165.946	207.933	134.992	-72.941	0.020	20.790
C 18	175.707	180.612	125.162	-55.450	-0.613	17.806
C 18.5	180.588	157.990	121.276	-36.714	-0.843	14.241
C 19	185.469	127.041	122.760	-4.281	-0.964	9.805
C 19.5	190.349	89.452	141.927	52.476	-0.727	5.643
C 20	195.230	54.873	101.889	47.017	-0.484	2.725

### 12.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

**Loadcase - Llegada Lastre Mal Tiempo.**

**Loadcase – LASTRE MAL TIEMPO, Damage Case–Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity)=1.025; Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>). Fluid analysis method: Use corrected VCG





Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	39129	39132	39132	39132	39132	39132	39132	39132	39132	39132
Draft at FP m	7.466	7.483	7.529	7.580	7.297	6.535	5.271	2.845	-4.226	N/A
Draft at AP m	8.654	8.623	8.520	8.287	7.623	6.445	4.734	1.599	-7.363	N/A
WL Length m	197.448	197.503	198.196	201.083	206.680	206.966	207.153	206.844	206.409	206.355
Immersed Depth m	8.593	10.281	12.110	13.565	14.374	14.586	14.407	13.851	12.943	11.943
WL Beam m	29.100	29.542	30.893	32.454	30.180	25.712	22.928	21.304	20.356	19.902
Wetted Area m^2	7521.948	7527.995	7553.574	7636.697	7597.518	7685.157	7718.508	7752.171	7769.398	7778.888
Waterpl. Area m^2	4966.035	5043.402	5290.099	5626.253	5530.326	4836.263	4333.005	4028.374	3843.283	3764.721
Prismatic Coeff.	0.819	0.820	0.822	0.819	0.803	0.805	0.803	0.803	0.804	0.805
Block Coeff.	0.773	0.636	0.515	0.431	0.426	0.492	0.558	0.626	0.702	0.778
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.897	100.904	100.908	100.914	100.924	100.936	100.943	100.950	100.956	100.961
VCB from DWL m	-3.916	-3.972	-4.144	-4.435	-4.644	-4.791	-4.992	-5.190	-5.341	-5.417
GZ m	0.000	0.516	1.151	2.035	2.902	3.224	2.987	2.424	1.667	0.802
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	100.582	100.529	100.339	99.864	98.674	98.700	98.964	99.355	99.712	99.996
TCF to zero pt. m	0.000	1.477	2.972	4.834	8.276	9.266	9.803	10.084	10.105	9.840
Max deck inclination deg	0.3	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	-0.2	-0.4	-0.9	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 30</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	99.0 <b>3.151</b>	deg <b>m.deg</b>	<b>26.4698</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	n/a 99.0 <b>5.157</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>51.4119</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 30 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>&gt;</math>)</b>	n/a 99.0 <b>1.719</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>24.9422</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.3: Angle of maximum GZ</b>				Pass
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>25.0</b>	<b>deg</b>	<b>50.0</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.4: Initial GMt</b>				Pass
	spec. heel angle <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	0.0 <b>0.150</b>	deg <b>m</b>	<b>2.848</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater</b>				<b>Pass</b>
	<i>in the range from the greater of</i>				
	spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	<i>to the lesser of</i> spec. heel angle	90.0	deg		
	angle of max. GZ <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	50.0 <b>0.200</b>	deg <b>m</b>	50.0 <b>3.224</b>	<b>Pass</b>
	<i>Intermediate values</i>				
	angle at which this GZ occurs		deg	50.0	

**13.- SALIDA CARGANDO BODEGAS 1-3-5-7 (FACTOR DE ESTIBA 1,266 m<sup>3</sup>/t) Y COMSUMIBLES AL 100%****13.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase -- 1,266 m<sup>3</sup>/T, Damage Case--Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity)=1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	0.000	10.484	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	0.000	7.940	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.000	0.000	7.712	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	0%	6591.935	0.000	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	0%	6590.266	0.000	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	0%	6585.755	0.000	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum
Pique de Popa	0%	289.628	0.000	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum

Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	100%	2260.032	2260.032	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	0%	223.823	0.000	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	0%	223.823	0.000	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 2	0%	223.823	0.000	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			41975.901	100.822	-0.001	10.040	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						10.040		

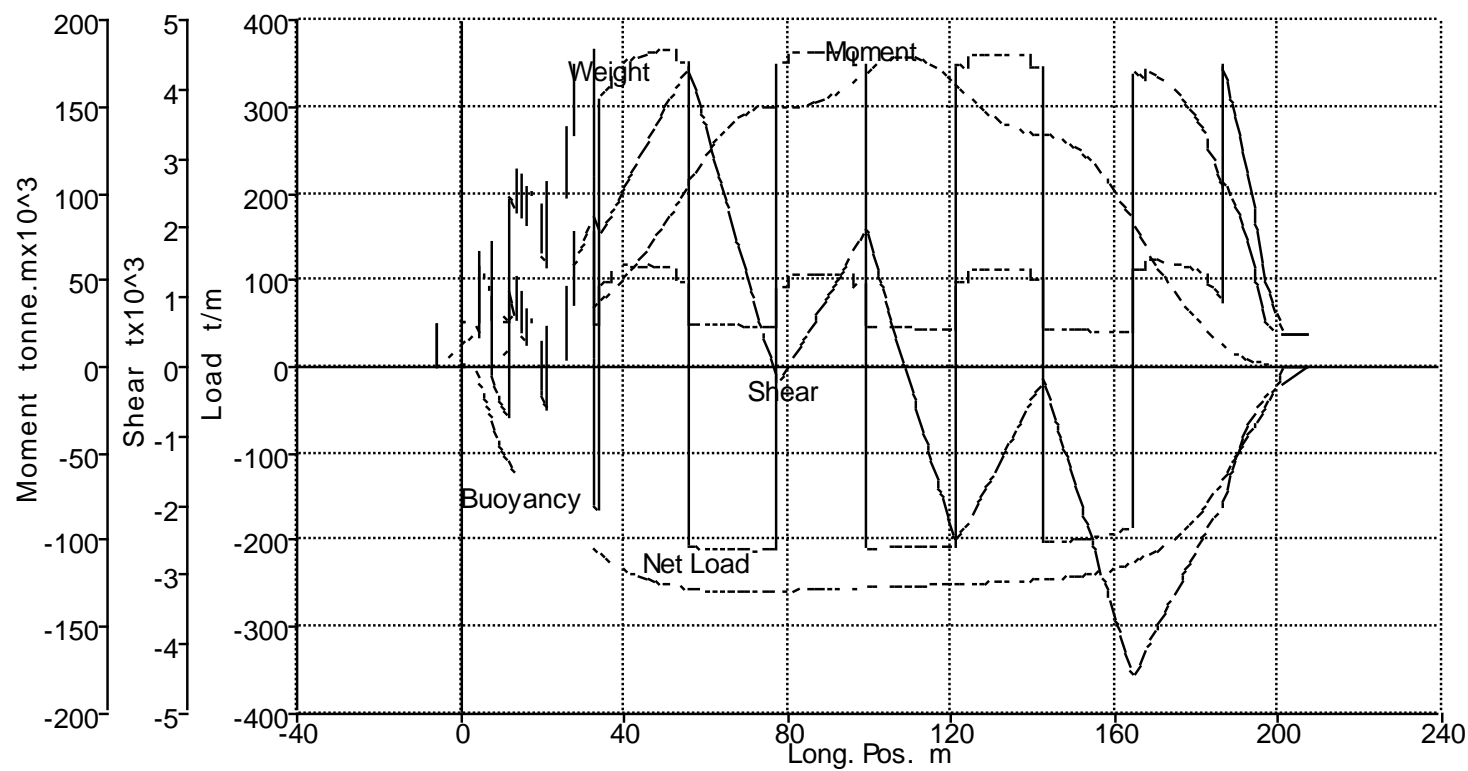
EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	8.619	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.785
Displacement tonne	41975	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	100.014
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	4.409
Draft at FP m	8.003	KG fluid m	10.040
Draft at AP m	9.234	BMt m	7.459
Draft at LCF m	8.603	BML m	317.393
Trim (+ve by stern) m	1.232	GMt corrected m	1.827
WL Length m	198.205	GML corrected m	311.761
WL Beam m	29.100	KMt m	11.867
Wetted Area m^2	7754.671	KML m	321.802
Waterpl. Area m^2	4985.588	Immersion (TPc) tonne/cm	51.102
Prismatic Coeff.	0.818	MTc tonne.m	670.817
Block Coeff.	0.774	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1338.128
Midship Area Coeff.	0.990	Max deck inclination deg	0.4
Waterpl. Area Coeff.	0.864	Trim angle (+ve by stern) deg	0.4

**13.2. - Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Salida cargado con bodegas 1-3-5-7 (1,266 m<sup>3</sup>/t ).****Loadcase-1,266 m<sup>3</sup>/T, DamageCase-Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	10.484
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	11.570	27.570	0.000	7.940
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.712
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	0%	6591.935	0.000	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	0%	6590.266	0.000	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	0%	6585.755	0.000	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	0%	289.628	0.000	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316			6.003	14.774
Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316			-6.003	14.774

Pique de Proa	100%	2260.032	2260.032	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	0%	223.823	0.000	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	0%	223.823	0.000	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	0%	223.823	0.000	153.455	0.000	18.010
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010

Total Loadcase	41975.901	100.822	-0.001	10.040
----------------	-----------	---------	--------	--------



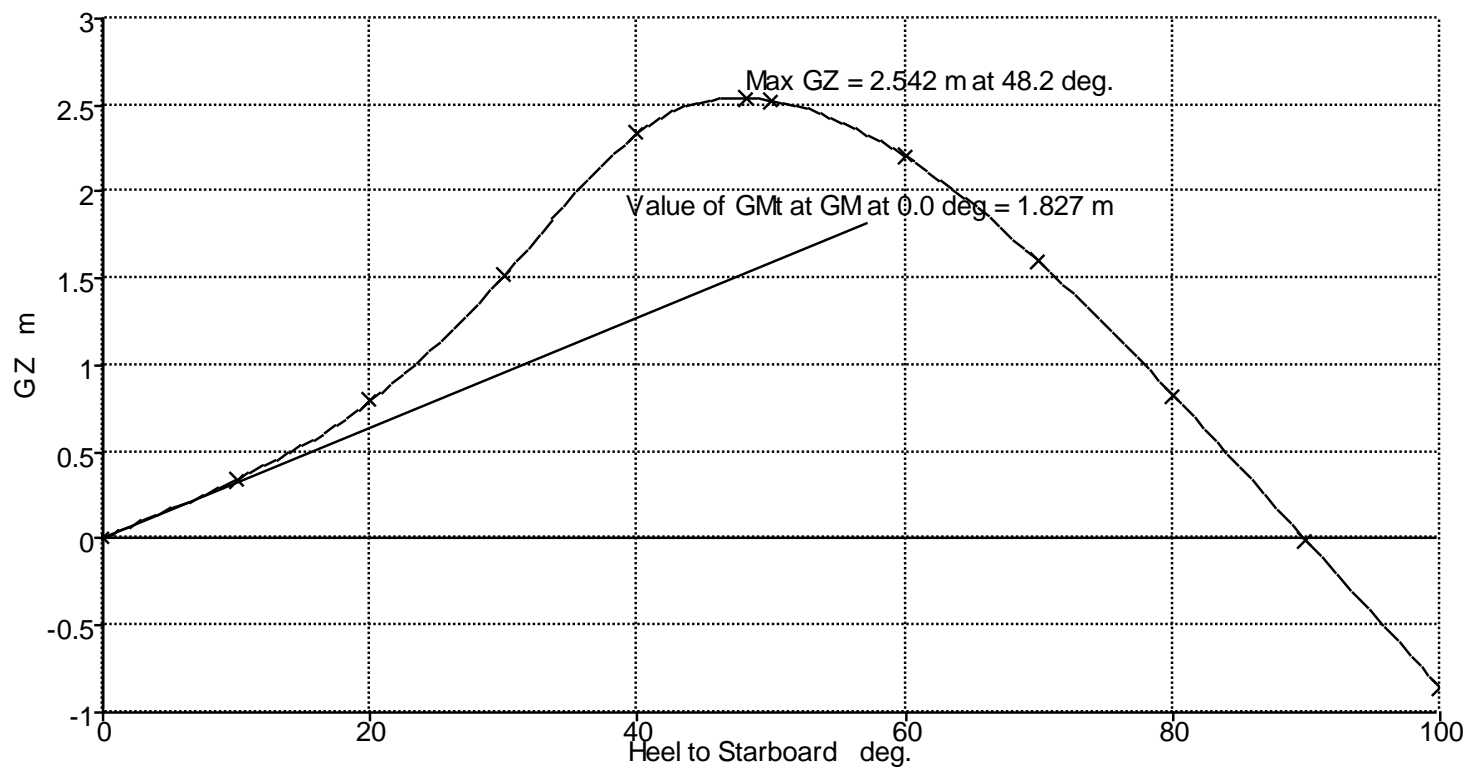


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	0.000	52.098	52.098	0.310	0.967
C 0.5	4.881	21.906	136.575	114.668	0.568	3.123
C 1	9.762	94.136	51.437	-42.699	0.772	6.830
C 1.5	14.642	131.308	223.230	91.922	0.926	10.633
C 2	19.523	158.281	188.441	30.160	1.175	15.858
C 2.5	24.404	180.286	201.114	20.829	1.234	21.625
C 3	29.285	199.624	355.944	156.320	1.690	28.462
C 3.5	34.165	216.153	312.383	96.230	1.949	38.074
C 4	39.046	230.020	346.375	116.355	2.464	48.832
C 5	48.808	248.932	364.620	115.687	3.601	78.529
C 6	58.569	257.082	48.134	-208.948	3.705	117.556
C 7	68.331	258.629	47.473	-211.156	1.652	143.797
C 8	78.092	258.129	349.869	91.740	-0.181	150.015
C 9	87.854	256.676	363.402	106.726	0.825	153.111
C 10	97.615	254.952	348.513	93.561	1.850	166.325
C 11	107.377	253.136	44.830	-208.306	0.255	178.509
C 12	117.138	251.269	44.170	-207.100	-1.773	171.169
C 13	126.900	249.318	360.691	111.372	-1.905	149.743
C 14	136.661	247.055	360.013	112.957	-0.811	136.550
C 15	146.423	243.731	42.187	-201.544	-0.959	131.556
C 16	156.184	237.326	41.527	-195.799	-2.902	112.747
C 17	165.946	223.214	336.115	112.901	-4.277	75.723
C 18	175.707	194.058	312.925	118.867	-3.109	39.726
C 18.5	180.588	169.910	279.836	109.926	-2.547	25.978
C 19	185.469	136.841	216.787	79.946	-2.072	14.807
C 19.5	190.349	96.478	269.979	173.501	-1.187	6.799
C 20	195.230	59.280	143.193	83.913	-0.532	2.818

### 13.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

Loadcase - Salida cargado con bodegas 1-3-5-7 ( $1,266 \text{ m}^3/\text{t}$ ).

Loadcase- $1,266 \text{ m}^3/\text{T}$ , Damage Case-Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity)=1.025; Density =  $1.025 \text{ tonne/m}^3$ ). Fluid analysis method: Use corrected VCG



Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	41975	41976	41976	41976	41976	41976	41976	41976	41976	41976
Draft at FP m	8.003	8.019	8.068	8.137	7.965	7.441	6.559	4.843	-0.137	N/A
Draft at AP m	9.234	9.202	9.093	8.857	8.258	7.324	6.005	3.622	-3.162	N/A
WL Length m	198.205	198.430	199.686	204.247	206.277	206.580	206.955	207.124	206.804	206.815
Immersed Depth m	9.171	10.836	12.638	14.054	14.872	15.161	15.047	14.537	13.660	12.669
WL Beam m	29.100	29.545	30.920	32.928	30.226	25.670	22.883	21.252	20.390	19.970
Wetted Area m^2	7754.671	7761.093	7793.441	7889.433	7924.334	7999.089	8040.148	8070.434	8089.630	8097.323
Waterpl. Area m^2	4985.588	5065.463	5321.833	5737.691	5576.652	4836.260	4340.381	4039.649	3864.564	3784.796
Prismatic Coeff.	0.818	0.819	0.818	0.809	0.811	0.813	0.811	0.810	0.811	0.811
Block Coeff.	0.774	0.645	0.525	0.433	0.442	0.509	0.575	0.640	0.711	0.783
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.785	100.788	100.792	100.799	100.814	100.824	100.832	100.838	100.842	100.846
VCB from DWL m	-4.189	-4.233	-4.369	-4.606	-4.812	-5.021	-5.272	-5.502	-5.674	-5.760
GZ m	0.001	0.339	0.796	1.518	2.338	2.529	2.205	1.598	0.832	-0.010
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	100.014	99.953	99.756	99.206	98.472	98.927	99.250	99.603	99.775	100.061
TCF to zero pt. m	0.000	1.580	3.170	4.965	7.880	8.841	9.485	9.857	9.961	9.820
Max deck inclination deg	0.4	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	-0.2	-0.4	-0.9	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 30</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	89.9 <b>3.151</b>	deg <b>m.deg</b>	<b>18.4851</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	n/a 89.9 <b>5.157</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>38.0131</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 30 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>&gt;</math>)</b>	n/a 89.9 <b>1.719</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>19.5280</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.3: Angle of maximum GZ</b>				Pass
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>25.0</b>	<b>deg</b>	<b>48.2</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.4: Initial GMt</b>				Pass
	spec. heel angle <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	0.0 <b>0.150</b>	deg <b>m</b>	<b>1.827</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater</b>				<b>Pass</b>
	<i>in the range from the greater of</i>				
	spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	<i>to the lesser of</i> spec. heel angle	90.0	deg		
	angle of max. GZ <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	48.2 <b>0.200</b>	deg <b>m</b>	48.2 <b>2.542</b>	<b>Pass</b>
	<i>Intermediate values</i>				
	angle at which this GZ occurs		deg	48.2	

## 14.- LLEGADA CARGANDO BODEGAS 1-3-5-7 (FACTOR DE ESTIBA 1,266 m<sup>3</sup>/t) Y COMSUMIBLES AL 100%

### 14.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase -- 1,266 m<sup>3</sup>/T, Damage Case--Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity)=1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	0.000	10.484	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	0.000	7.940	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilidadación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	0%	6591.935	0.000	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	0%	6590.266	0.000	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	0%	6585.755	0.000	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum

Pique de Popa	0%	289.628	0.000	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	10%	401.266	40.127	29.955	3.000	3.246	80.738	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	10%	401.266	40.127	29.955	-3.000	3.246	80.738	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	10%	329.481	32.948	30.084	7.845	3.541	81.883	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	10%	329.481	32.948	30.084	-7.845	3.541	81.883	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	10%	211.456	21.146	23.109	7.135	4.089	56.842	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	10%	211.456	21.146	23.109	-7.135	4.089	56.842	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	10%	173.734	17.370	26.257	7.439	3.770	43.949	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	10%	173.734	17.370	26.257	-7.439	3.770	43.949	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	100%	84.194	84.194	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	100%	84.194	84.194	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	10%	84.760	8.476	26.580	3.000	10.304	33.995	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	10%	84.760	8.476	26.580	-3.000	10.304	33.995	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	10%	63.132	6.313	18.480	7.741	10.417	27.222	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	10%	102.697	10.270	17.778	-7.670	10.428	44.147	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	10%	30.141	3.014	16.598	8.062	10.512	9.210	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	10%	16.664	1.666	14.407	-8.586	11.247	3.221	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	10%	39.889	3.989	14.348	7.317	10.495	16.876	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	10%	23.225	2.323	14.330	-7.125	10.304	1.310	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	10%	30.484	3.048	18.114	0.000	0.101	12.420	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	100%	30.368	30.368	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	10%	86.475	8.647	6.088	-5.235	11.324	22.781	Maximum
Agua Dulce Estribor	10%	132.554	13.255	6.140	5.538	11.449	153.519	Maximum
Agua Dulce Babor	10%	46.080	4.608	6.361	-8.085	12.070	16.179	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	100%	37.855	37.855	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	100%	37.855	37.855	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	100%	23.371	23.371	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	0%	223.823	0.000	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	0%	223.823	0.000	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	0%	223.823	0.000	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
<b>Total Loadcase:</b>			37338.232	100.196	0.000	9.921	901.697	
<b>FS correction:</b>						0.024		
<b>VCG fluid:</b>						9.945		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	7.715	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.133
Displacement tonne	37338	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	100.802
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	3.950
Draft at FP m	6.907	KG fluid m	9.945
Draft at AP m	8.523	BMt m	8.340
Draft at LCF m	7.688	BML m	352.634
Trim (+ve by stern) m	1.617	GMt corrected m	2.344
WL Length m	197.522	GML corrected m	346.639
WL Beam m	29.099	KMt m	12.290
Wetted Area m^2	7377.919	KML m	356.584
Waterpl. Area m^2	4964.675	Immersion (TPc) tonne/cm	50.888
Prismatic Coeff.	0.809	MTc tonne.m	663.473
Block Coeff.	0.751	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1527.777
Midship Area Coeff.	0.986	Max deck inclination deg	0.5
Waterpl. Area Coeff.	0.864	Trim angle (+ve by stern) deg	0.5

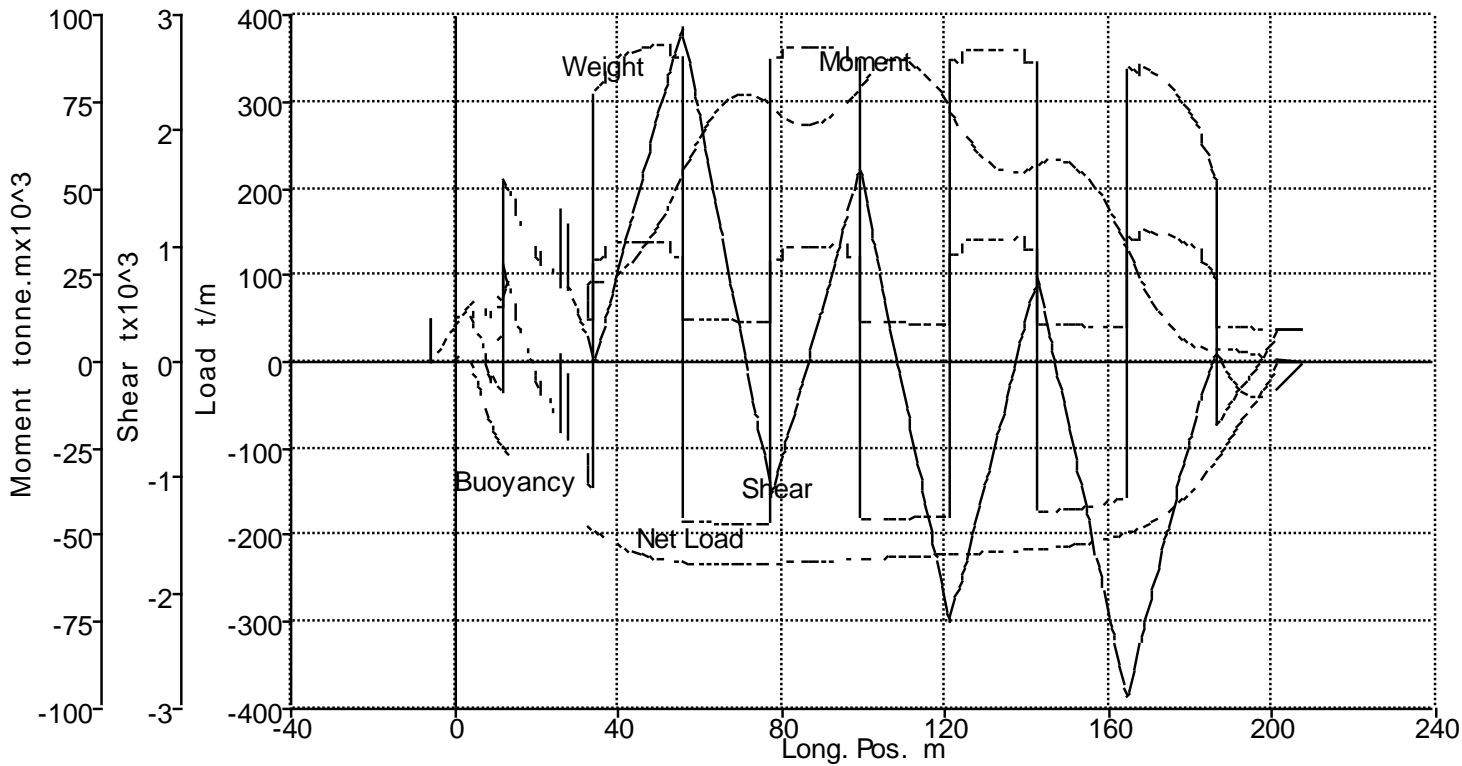
**14.2. - Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Llegada cargado con bodegas 1-3-5-7 ( $1,266 \text{ m}^3/t$ ).****Loadcase-1,266 m<sup>3</sup>/T, DamageCase-Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	10.484
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	11.570	27.570	0.000	7.940
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	0%	6591.935	0.000	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	0%	6590.266	0.000	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	0%	6585.755	0.000	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	0%	289.628	0.000	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316			6.003	14.774
Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316			-6.003	14.774



Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	10%	401.266	40.098	29.945	3.000	3.245
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	10%	401.266	40.098	29.945	-3.000	3.245
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	10%	329.481	32.919	30.076	7.844	3.540
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	10%	329.481	32.919	30.076	-7.844	3.540
HFO Almacén <1,5%S Estribor	10%	211.456	21.129	23.105	7.134	4.088
HFO Almacén <1,5%S Babor	10%	211.456	21.129	23.105	-7.134	4.088
HFO Almacén <0,1%S Estribor	10%	173.734	17.361	26.254	7.438	3.770
HFO Almacén <0,1%S Babor	10%	173.734	17.361	26.254	-7.438	3.770
HFO Sedimentación Estribor	100%	84.194	84.194	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	100%	84.194	84.194	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	10%	84.760	8.471	26.576	3.000	10.304
HFO Servicio Diario Babor	10%	84.760	8.471	26.576	-3.000	10.304
Diesel Oil Almacén Estribor	10%	63.132	6.308	18.476	7.740	10.417
Diesel Oil Almacén Babor	10%	102.697	10.266	17.767	-7.669	10.428
Diesel Oil Servicio Diario	10%	30.141	3.013	16.597	8.061	10.512
Aceite Almacén Cilindros	10%	16.664	1.665	14.405	-8.586	11.247
Aceite Almacén Cojinetes	10%	39.889	3.987	14.346	7.317	10.495
Aceite Almacén Motores Auxiliar	10%	23.225	2.323	14.328	-7.125	10.304
Aceite Servicio Diario Motor Pp	10%	30.484	3.049	17.979	0.000	0.102
Aceite Sucio del Motor Ppal	100%	30.368	30.368	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	10%	86.475	8.647	6.078	-5.235	11.324
Agua Dulce Estribor	10%	132.554	13.251	6.132	5.537	11.449
Agua Dulce Babor	10%	46.080	4.612	6.355	-8.085	12.071
Sentinas (Aguas Grises)	100%	37.855	37.855	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	100%	37.855	37.855	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	100%	23.371	23.371	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	0%	223.823	0.000	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	0%	223.823	0.000	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	0%	223.823	0.000	153.455	0.000	18.010
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010

Total Loadcase	37338.046	100.196	0.000	9.921
----------------	-----------	---------	-------	-------

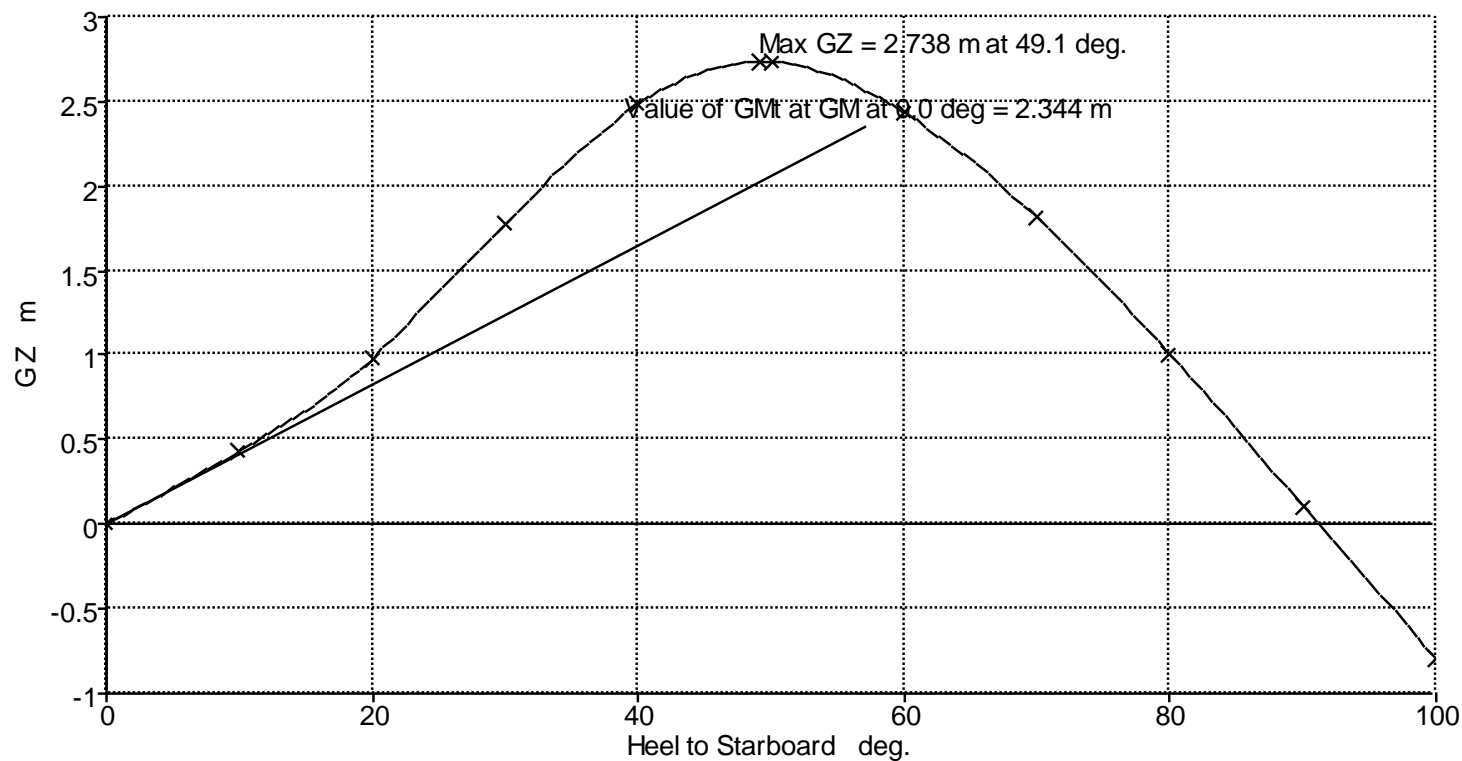


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	0.000	52.098	52.098	0.310	0.987
C 0.5	4.881	16.066	59.538	43.472	0.556	3.169
C 1	9.762	82.619	61.532	-21.087	0.595	6.173
C 1.5	14.642	117.225	189.657	72.432	0.825	9.395
C 2	19.523	142.285	131.814	-10.471	0.938	13.897
C 2.5	24.404	162.665	97.598	-65.067	0.766	18.186
C 3	29.285	180.549	83.156	-97.393	0.516	21.477
C 3.5	34.165	195.790	312.383	116.594	0.031	22.793
C 4	39.046	208.523	346.375	137.852	0.649	24.452
C 5	48.808	225.684	364.620	138.935	2.005	37.511
C 6	58.569	232.692	48.134	-184.558	2.341	62.113
C 7	68.331	233.482	47.473	-186.009	0.530	76.246
C 8	78.092	232.341	349.869	117.528	-1.054	72.754
C 9	87.854	230.300	363.402	133.102	0.206	68.596
C 10	97.615	228.001	348.513	120.513	1.492	77.070
C 11	107.377	225.610	44.830	-180.779	0.162	87.081
C 12	117.138	223.169	44.170	-179.000	-1.593	80.191
C 13	126.900	220.645	360.691	140.045	-1.449	61.893
C 14	136.661	217.838	360.013	142.175	-0.072	54.560
C 15	146.423	214.093	42.187	-171.906	0.068	58.209
C 16	156.184	207.654	41.527	-166.127	-1.586	50.864
C 17	165.946	194.512	336.115	141.603	-2.674	28.125
C 18	175.707	168.301	312.925	144.624	-1.238	9.133
C 18.5	180.588	146.854	279.836	132.981	-0.557	4.830
C 19	185.469	117.706	216.787	99.081	0.022	3.649
C 19.5	190.349	82.564	39.214	-43.350	-0.169	3.504
C 20	195.230	50.221	38.884	-11.337	-0.300	2.351

### 14.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

Loadcase - Llegada cargado con bodegas 1-3-5-7 ( $1,266 \text{ m}^3/t$ ).

Loadcase- $1,266 \text{ m}^3/T$ , Damage Case-Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity)=1.025; Density =  $1.025 \text{ tonne/m}^3$ ). Fluid analysis method: Use corrected VCG



Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	37338	37338	37338	37338	37338	37338	37338	37338	37338	37338
Draft at FP m	6.907	6.925	6.969	7.003	6.629	5.654	4.030	0.906	-8.203	N/A
Draft at AP m	8.523	8.490	8.387	8.151	7.465	6.205	4.373	1.016	-8.592	N/A
WL Length m	197.522	197.552	198.130	200.712	206.951	207.140	206.917	206.494	205.772	205.834
Immersed Depth m	8.440	9.995	11.838	13.291	14.081	14.230	13.983	13.367	12.420	11.366
WL Beam m	29.099	29.539	30.869	32.051	30.126	25.779	23.003	21.363	20.297	19.850
Wetted Area m^2	7377.903	7383.615	7409.140	7469.130	7399.801	7484.132	7527.719	7548.497	7554.681	7571.531
Waterpl. Area m^2	4964.669	5041.069	5281.266	5539.704	5454.660	4824.897	4333.258	4014.837	3815.999	3743.926
Prismatic Coeff.	0.809	0.811	0.813	0.812	0.794	0.798	0.801	0.804	0.807	0.807
Block Coeff.	0.751	0.625	0.503	0.426	0.415	0.479	0.547	0.618	0.702	0.784
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.134	100.148	100.153	100.162	100.172	100.183	100.189	100.194	100.199	100.203
VCB from DWL m	-3.744	-3.808	-4.004	-4.326	-4.537	-4.646	-4.815	-4.990	-5.127	-5.198
GZ m	0.000	0.429	0.985	1.780	2.482	2.736	2.435	1.813	1.008	0.111
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	100.803	100.750	100.527	99.775	98.253	98.422	98.938	99.045	99.500	99.605
TCF to zero pt. m	0.000	1.416	2.856	4.855	8.418	9.520	10.023	10.229	10.202	9.853
Max deck inclination deg	0.5	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.5	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.0	-0.1	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 30</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	91.2 <b>3.151</b>	deg <b>m.deg</b>	<b>22.7050</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	n/a 91.2 <b>5.157</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>44.2623</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 30 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>&gt;</math>)</b>	n/a 91.2 <b>1.719</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>21.5573</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.3: Angle of maximum GZ</b>				Pass
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>25.0</b>	<b>deg</b>	<b>49.1</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.4: Initial GMt</b>				Pass
	spec. heel angle <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	0.0 <b>0.150</b>	deg <b>m</b>	<b>2.344</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater</b>				<b>Pass</b>
	<i>in the range from the greater of</i>				
	spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	<i>to the lesser of</i> spec. heel angle	90.0	deg		
	angle of max. GZ <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	49.1 <b>0.200</b>	deg <b>m</b>	49.1 <b>2.738</b>	<b>Pass</b>
	<i>Intermediate values</i>				
	angle at which this GZ occurs		deg	49.1	

**15.- SALIDA CARGANDO BODEGAS 1-3-5-7 (FACTOR DE ESTIBA 1,40 m<sup>3</sup>/t) Y COMSUMIBLES AL 100%****15.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase -- 1,40 m<sup>3</sup>/T, Damage Case--Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity)=1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	0.000	10.484	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	0.000	7.940	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.000	0.000	7.712	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	5735.028	5735.028	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	0%	5964.052	0.000	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	5963.298	5963.298	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	0%	5962.542	0.000	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	5961.786	5961.786	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	0%	5958.461	0.000	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	4989.240	4989.240	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum
Pique de Popa	0%	289.628	0.000	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum

Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	100%	2260.032	2260.032	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	202.491	202.491	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	0%	202.504	0.000	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	202.504	202.504	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	0%	202.504	0.000	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 3	100%	202.504	202.504	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum



Escotilla 2	0%	202.504	0.000	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	173.575	173.575	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			39509.194	100.394	-0.002	10.075	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						10.075		

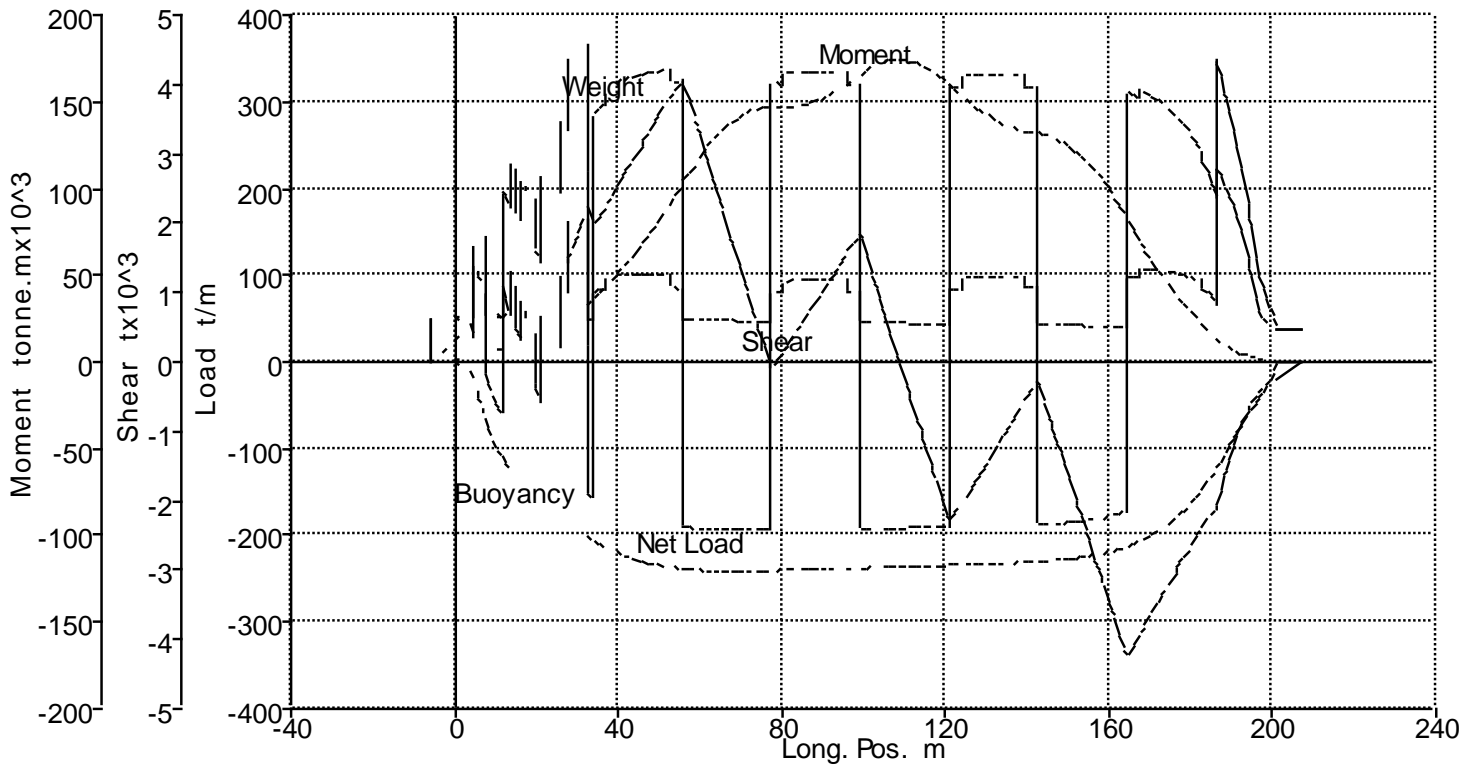
EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	8.139	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.346
Displacement tonne	39508	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	100.426
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	4.165
Draft at FP m	7.386	KG fluid m	10.075
Draft at AP m	8.893	BMt m	7.903
Draft at LCF m	8.117	BML m	335.555
Trim (+ve by stern) m	1.508	GMt corrected m	1.994
WL Length m	197.894	GML corrected m	329.646
WL Beam m	29.100	KMt m	12.069
Wetted Area m^2	7554.415	KML m	339.721
Waterpl. Area m^2	4976.475	Immersion (TPc) tonne/cm	51.009
Prismatic Coeff.	0.813	MTc tonne.m	667.614
Block Coeff.	0.759	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1374.576
Midship Area Coeff.	0.989	Max deck inclination deg	0.4
Waterpl. Area Coeff.	0.864	Trim angle (+ve by stern) deg	0.4

**15.2. - Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Salida cargado con bodegas 1-3-5-7 (1,40 m<sup>3</sup>/t ).****Loadcase-1,40 m<sup>3</sup>/T, DamageCase-Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	-5.920	207.400	10.484	2.772
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	11.570	27.570	7.940	0.228
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	19.360	11.648
Lightship	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.712
Bodega 7	100%	5735.028	5735.028	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	0%	5964.052	0.000	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	5963.298	5963.298	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	0%	5962.542	0.000	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	5961.786	5961.786	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	0%	5958.461	0.000	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	4989.240	4989.240	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	0%	289.628	0.000	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316			6.003	14.774
Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316			-6.003	14.774

Pique de Proa	100%	2260.032	2260.032	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	202.491	202.491	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	0%	202.504	0.000	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	202.504	202.504	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	0%	202.504	0.000	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	202.504	202.504	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	0%	202.504	0.000	153.455	0.000	18.010
Escotilla 1	100%	173.575	173.575	175.205	0.000	18.010

Total Loadcase	39509.194	100.394	3.083	7.958
----------------	-----------	---------	-------	-------

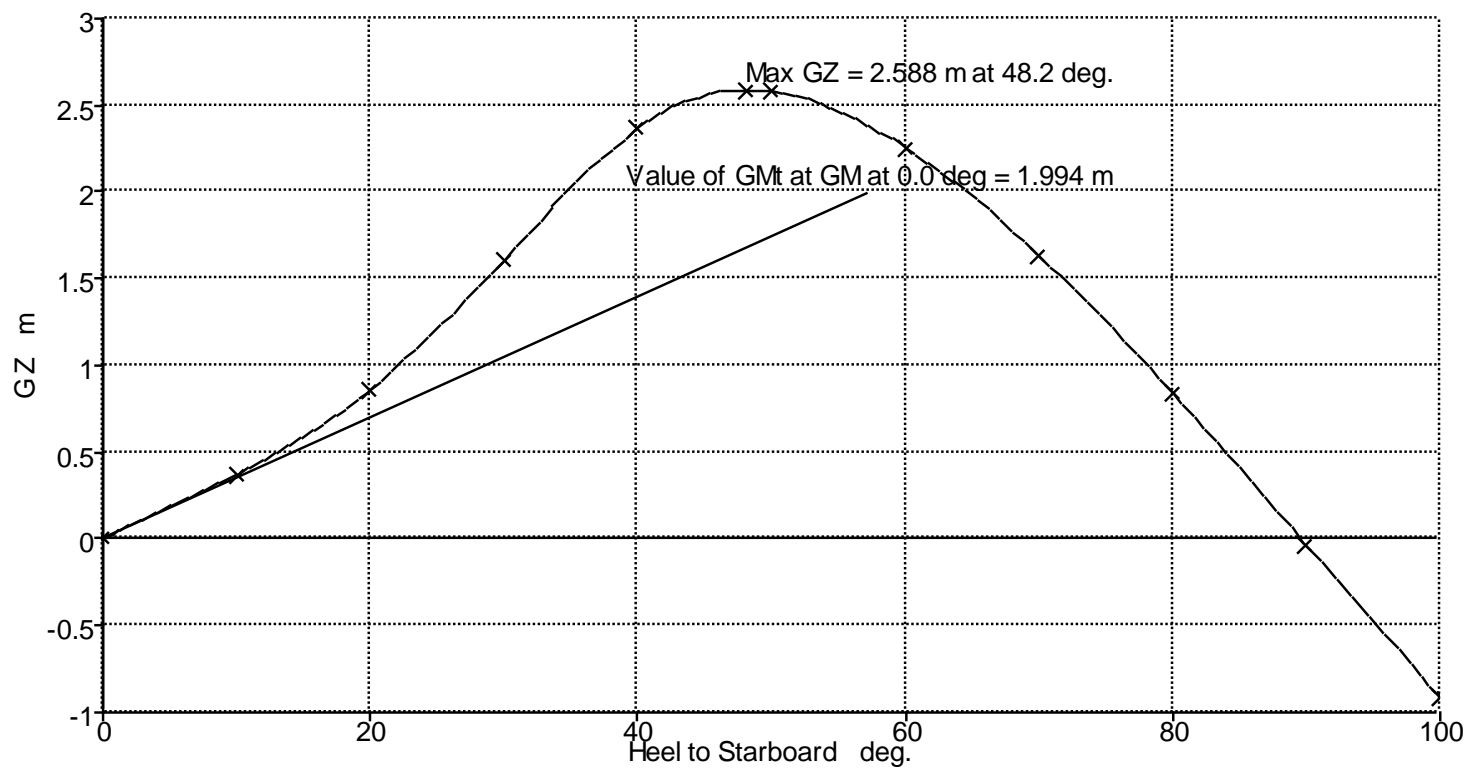


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	0.000	52.098	52.098	0.310	0.977
C 0.5	4.881	18.812	136.575	117.763	0.574	3.149
C 1	9.762	88.451	51.437	-37.014	0.801	6.942
C 1.5	14.642	124.359	223.230	98.871	0.986	10.964
C 2	19.523	150.364	188.441	38.077	1.271	16.574
C 2.5	24.404	171.529	201.114	29.585	1.371	22.913
C 3	29.285	190.103	355.944	165.842	1.871	30.531
C 3.5	34.165	205.942	287.371	81.429	2.170	41.150
C 4	39.046	219.190	318.093	98.904	2.607	52.809
C 5	48.808	237.110	334.537	97.427	3.568	83.061
C 6	58.569	244.564	48.134	-196.431	3.590	121.071
C 7	68.331	245.607	47.473	-198.134	1.662	146.813
C 8	78.092	244.662	321.003	76.341	-0.064	153.765
C 9	87.854	242.790	333.184	90.394	0.784	157.258
C 10	97.615	240.654	319.650	78.997	1.654	169.318
C 11	107.377	238.426	44.830	-193.595	0.158	179.906
C 12	117.138	236.147	44.170	-191.978	-1.724	172.343
C 13	126.900	233.785	330.479	96.694	-1.887	151.596
C 14	136.661	231.127	329.803	98.676	-0.933	137.910
C 15	146.423	227.475	42.187	-185.288	-1.099	131.307
C 16	156.184	220.957	41.527	-179.431	-2.882	111.925
C 17	165.946	207.293	307.992	100.699	-4.145	75.846
C 18	175.707	179.696	286.948	107.253	-3.097	40.561
C 18.5	180.588	157.020	256.979	99.960	-2.589	26.746
C 19	185.469	126.113	199.904	73.791	-2.153	15.275
C 19.5	190.349	88.691	269.979	181.288	-1.233	6.947
C 20	195.230	54.318	143.193	88.875	-0.547	2.828

### 15.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

Loadcase - Salida cargado con bodegas 1-3-5-7 ( $1,40 \text{ m}^3/t$ ).

Loadcase- $1,40 \text{ m}^3/T$ , Damage Case-Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity)=1.025; Density =  $1.025 \text{ tonne/m}^3$ . Fluid analysis method: Use corrected VCG



Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	39508	39509	39509	39509	39509	39509	39509	39509	39509	39509
Draft at FP m	7.386	7.402	7.449	7.504	7.225	6.450	5.154	2.665	-4.601	N/A
Draft at AP m	8.893	8.862	8.755	8.521	7.872	6.772	5.199	2.330	-5.846	N/A
WL Length m	197.894	198.013	198.931	202.465	206.741	206.996	207.148	206.814	206.341	206.304
Immersed Depth m	8.815	10.400	12.223	13.657	14.456	14.661	14.471	13.901	12.989	11.960
WL Beam m	29.100	29.543	30.897	32.565	30.180	25.714	22.931	21.312	20.350	19.895
Wetted Area m <sup>2</sup>	7554.415	7560.456	7586.627	7675.777	7645.800	7727.308	7761.164	7793.090	7813.441	7820.941
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4976.475	5054.361	5302.746	5652.255	5542.010	4833.875	4332.254	4027.531	3847.143	3766.391
Prismatic Coeff.	0.813	0.814	0.814	0.809	0.801	0.805	0.807	0.808	0.809	0.810
Block Coeff.	0.759	0.634	0.513	0.428	0.427	0.494	0.561	0.629	0.707	0.785
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.346	100.350	100.356	100.362	100.376	100.387	100.393	100.398	100.403	100.406
VCB from DWL m	-3.952	-4.006	-4.173	-4.457	-4.663	-4.818	-5.026	-5.229	-5.383	-5.461
GZ m	0.002	0.369	0.859	1.609	2.368	2.581	2.258	1.634	0.843	-0.031
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	100.426	100.367	100.154	99.552	98.403	98.712	98.975	99.311	99.555	99.883
TCF to zero pt. m	0.000	1.492	3.001	4.856	8.232	9.207	9.758	10.051	10.079	9.837
Max deck inclination deg	0.4	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	-0.1	-0.4	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 30</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	89.7 <b>3.151</b>	deg <b>m.deg</b>	<b>19.9265</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	n/a 89.7 <b>5.157</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>40.0550</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 30 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>&gt;</math>)</b>	n/a 89.7 <b>1.719</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>20.1284</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.3: Angle of maximum GZ</b>				Pass
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>25.0</b>	<b>deg</b>	<b>48.2</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.4: Initial GMt</b>				Pass
	spec. heel angle <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	0.0 <b>0.150</b>	deg <b>m</b>	<b>1.994</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater</b>				<b>Pass</b>
	<i>in the range from the greater of</i>				
	spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	<i>to the lesser of</i> spec. heel angle	90.0	deg		
	angle of max. GZ <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	48.2 <b>0.200</b>	deg <b>m</b>	48.2 <b>2.588</b>	<b>Pass</b>
	<i>Intermediate values</i>				
	angle at which this GZ occurs		deg	48.2	



## 16.- LLEGADA CARGANDO BODEGAS 1-3-5-7 (FACTOR DE ESTIBA 1,40 m<sup>3</sup>/t) Y COMSUMIBLES AL 100%

### 14.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase -- 1,40 m<sup>3</sup>/T, Damage Case--Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity)=1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	0.000	10.484	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	0.000	7.940	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilidadación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	5735.028	5735.028	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	0%	5964.052	0.000	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	5963.298	5963.298	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	0%	5962.542	0.000	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	5961.786	5961.786	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	0%	5958.461	0.000	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	4989.240	4989.240	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum

Pique de Popa	0%	289.628	0.000	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	10%	401.266	40.127	29.942	3.000	3.246	80.733	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	10%	401.266	40.127	29.942	-3.000	3.246	80.733	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	10%	329.481	32.948	30.073	7.844	3.541	81.866	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	10%	329.481	32.948	30.073	-7.844	3.541	81.866	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	10%	211.456	21.135	23.104	7.134	4.088	56.845	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	10%	211.456	21.135	23.104	-7.134	4.088	56.845	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	10%	173.734	17.372	26.253	7.438	3.771	43.950	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	10%	173.734	17.372	26.253	-7.438	3.771	43.950	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	100%	84.194	84.194	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	100%	84.194	84.194	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	10%	84.760	8.476	26.575	3.000	10.304	33.993	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	10%	84.760	8.476	26.575	-3.000	10.304	33.993	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	10%	63.132	6.313	18.475	7.740	10.417	27.222	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	10%	102.697	10.270	17.765	-7.669	10.428	44.147	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	10%	30.141	3.014	16.596	8.061	10.512	9.210	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	10%	16.664	1.666	14.405	-8.586	11.247	3.221	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	10%	39.889	3.989	14.346	7.317	10.495	16.875	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	10%	23.225	2.323	14.327	-7.125	10.304	1.310	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	10%	30.484	3.048	17.944	0.000	0.102	12.419	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	100%	30.368	30.368	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	10%	86.475	8.647	6.076	-5.235	11.324	22.780	Maximum
Agua Dulce Estribor	10%	132.554	13.255	6.130	5.537	11.450	153.509	Maximum
Agua Dulce Babor	10%	46.080	4.608	6.353	-8.084	12.070	16.176	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	100%	37.855	37.855	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	100%	37.855	37.855	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	100%	23.371	23.371	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	202.491	202.491	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	0%	202.504	0.000	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	202.504	202.504	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	0%	202.504	0.000	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 3	100%	202.504	202.504	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	0%	202.504	0.000	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	173.575	173.575	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			34871.511	99.666	0.000	9.951	901.643	
FS correction:						0.026		
VCG fluid:						9.977		

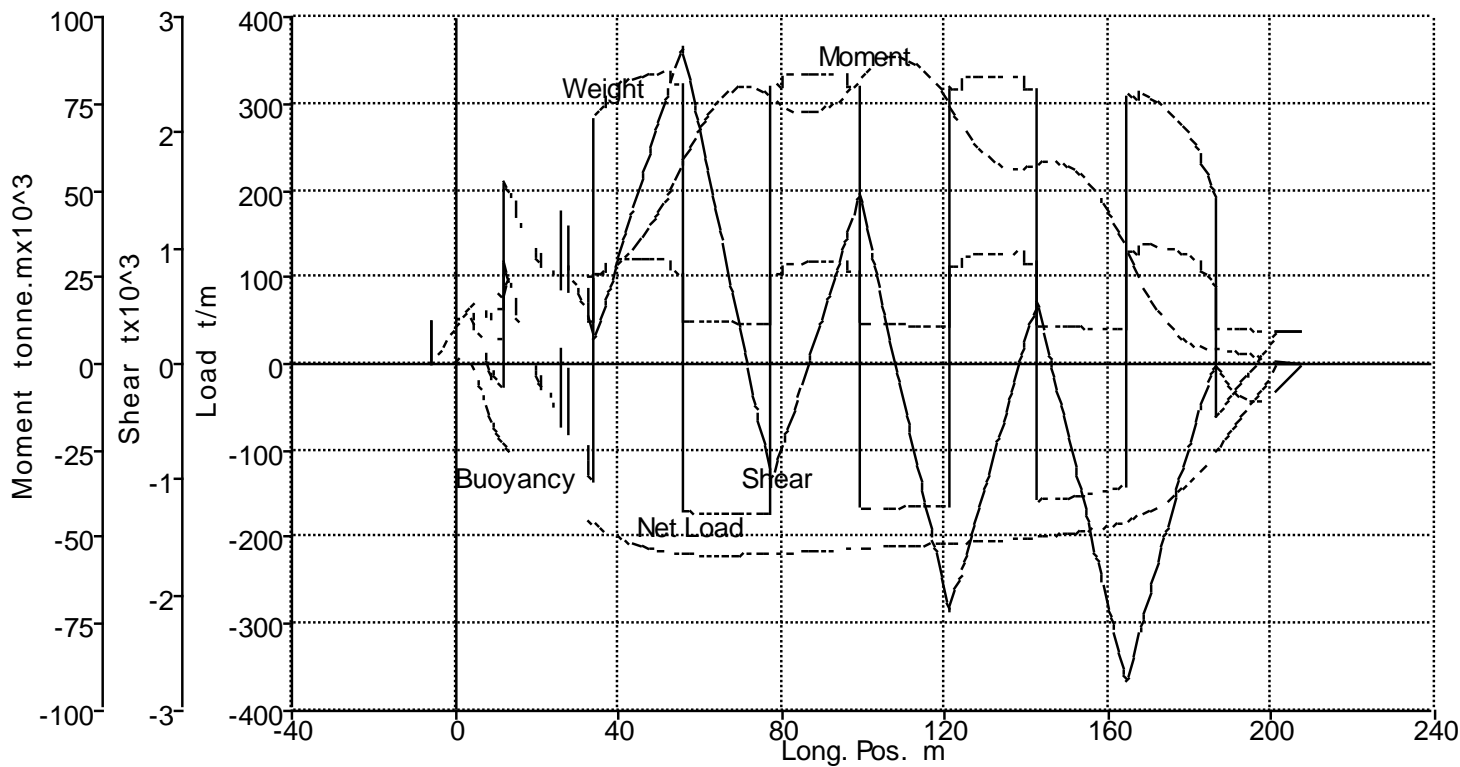
EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	7.234	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	99.614
Displacement tonne	34872	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	101.026
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	3.707
Draft at FP m	6.307	KG fluid m	9.977
Draft at AP m	8.162	BMt m	8.906
Draft at LCF m	7.201	BML m	377.469
Trim (+ve by stern) m	1.855	GMt corrected m	2.635
WL Length m	197.275	GML corrected m	371.199
WL Beam m	29.098	KMt m	12.612
Wetted Area m^2	7199.141	KML m	381.176
Waterpl. Area m^2	4961.837	Immersion (TPc) tonne/cm	50.859
Prismatic Coeff.	0.802	MTc tonne.m	663.543
Block Coeff.	0.735	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1603.640
Midship Area Coeff.	0.985	Max deck inclination deg	0.5
Waterpl. Area Coeff.	0.864	Trim angle (+ve by stern) deg	0.5

**16.2. - Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Llegada cargado con bodegas 1-3-5-7 ( $1,40 \text{ m}^3/t$ ).****Loadcase-1,40 m<sup>3</sup>/T, DamageCase-Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	10.484
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	11.570	27.570	0.000	7.940
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	5735.028	5735.028	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	0%	5964.052	0.000	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	5963.298	5963.298	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	0%	5962.542	0.000	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	5961.786	5961.786	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	0%	5958.461	0.000	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	4989.240	4989.240	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	0%	289.628	0.000	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316			6.003	14.774
Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316			-6.003	14.774

Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	10%	401.266	40.131	29.943	3.000	3.246
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	10%	401.266	40.131	29.943	-3.000	3.246
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	10%	329.481	32.941	30.074	7.844	3.541
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	10%	329.481	32.941	30.074	-7.844	3.541
HFO Almacén <1,5%S Estribor	10%	211.456	21.138	23.104	7.134	4.089
HFO Almacén <1,5%S Babor	10%	211.456	21.138	23.104	-7.134	4.089
HFO Almacén <0,1%S Estribor	10%	173.734	17.373	26.254	7.439	3.771
HFO Almacén <0,1%S Babor	10%	173.734	17.373	26.254	-7.439	3.771
HFO Sedimentación Estribor	100%	84.194	84.194	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	100%	84.194	84.194	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	10%	84.760	8.477	26.576	3.000	10.304
HFO Servicio Diario Babor	10%	84.760	8.477	26.576	-3.000	10.304
Diesel Oil Almacén Estribor	10%	63.132	6.312	18.476	7.740	10.417
Diesel Oil Almacén Babor	10%	102.697	10.275	17.766	-7.669	10.428
Diesel Oil Servicio Diario	10%	30.141	3.013	16.597	8.061	10.512
Aceite Almacén Cilindros	10%	16.664	1.665	14.405	-8.586	11.247
Aceite Almacén Cojinetes	10%	39.889	3.988	14.346	7.317	10.495
Aceite Almacén Motores Auxiliar	10%	23.225	2.323	14.328	-7.125	10.304
Aceite Servicio Diario Motor Pp	10%	30.484	3.046	17.959	0.000	0.102
Aceite Sucio del Motor Ppal	100%	30.368	30.368	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	10%	86.475	8.649	6.077	-5.235	11.324
Agua Dulce Estribor	10%	132.554	13.261	6.131	5.537	11.450
Agua Dulce Babor	10%	46.080	4.610	6.354	-8.084	12.070
Sentinas (Aguas Grises)	100%	37.855	37.855	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	100%	37.855	37.855	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	100%	23.371	23.371	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	202.491	202.491	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	0%	202.504	0.000	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	202.504	202.504	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	0%	202.504	0.000	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	202.504	202.504	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	0%	202.504	0.000	153.455	0.000	18.010
Escotilla 1	100%	173.575	173.575	175.205	0.000	18.010

Total Loadcase	34871.524	99.666	0.000	9.951
----------------	-----------	--------	-------	-------

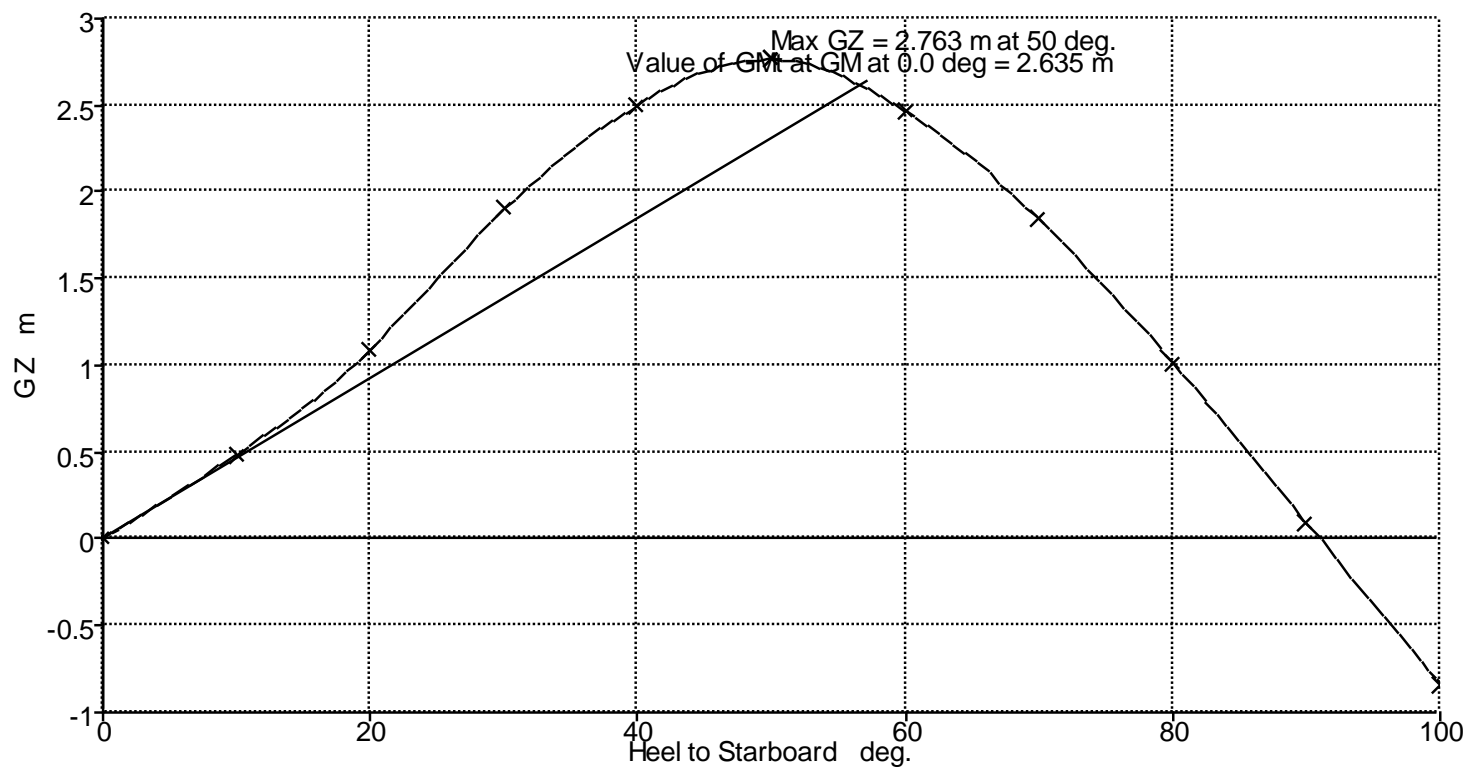


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	0.000	52.098	52.098	0.310	0.973
C 0.5	4.881	14.160	59.558	45.398	0.558	3.145
C 1	9.762	76.989	61.532	-15.457	0.618	6.191
C 1.5	14.642	110.183	189.657	79.474	0.878	9.584
C 2	19.523	134.193	131.802	-2.391	1.029	14.425
C 2.5	24.404	153.683	97.593	-56.089	0.898	19.246
C 3	29.285	170.765	83.195	-87.570	0.694	23.283
C 3.5	34.165	185.293	287.371	102.077	0.251	25.575
C 4	39.046	197.396	318.093	120.697	0.791	28.114
C 5	48.808	213.568	334.537	120.969	1.975	41.706
C 6	58.569	219.914	48.134	-171.780	2.232	65.295
C 7	68.331	220.248	47.473	-172.775	0.548	78.959
C 8	78.092	218.715	321.003	102.288	-0.927	76.250
C 9	87.854	216.310	333.184	116.875	0.177	72.554
C 10	97.615	213.653	319.650	105.997	1.307	79.948
C 11	107.377	210.906	44.830	-166.076	0.078	88.444
C 12	117.138	208.110	44.170	-163.941	-1.533	81.409
C 13	126.900	205.231	330.479	125.248	-1.419	63.862
C 14	136.661	202.085	329.803	127.718	-0.185	56.098
C 15	146.423	198.067	42.187	-155.880	-0.065	58.183
C 16	156.184	191.565	41.527	-150.038	-1.561	50.287
C 17	165.946	178.905	307.992	129.087	-2.540	28.490
C 18	175.707	154.256	286.948	132.692	-1.227	10.177
C 18.5	180.588	134.272	256.979	122.708	-0.601	5.779
C 19	185.469	107.253	199.904	92.652	-0.063	4.263
C 19.5	190.349	74.841	39.214	-35.627	-0.220	3.756
C 20	195.230	44.843	38.884	-5.959	-0.320	2.423

### 16.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

Loadcase - Llegada cargado con bodegas 1-3-5-7 ( $1,40 \text{ m}^3/t$ ).

Loadcase-1,40 m<sup>3</sup>/T, Damage Case-Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity)=1.025; Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>. Fluid analysis method: Use corrected VCG





Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	34872	34872	34872	34871	34872	34875	34872	34874	34875	34874
Draft at FP m	6.307	6.318	6.358	6.349	5.852	4.642	2.612	-1.326	-12.794	N/A
Draft at AP m	8.162	8.134	8.034	7.794	7.072	5.668	3.575	-0.247	-11.244	N/A
WL Length m	197.275	197.276	197.591	199.406	204.933	207.218	206.574	205.758	204.747	205.138
Immersed Depth m	8.066	9.560	11.417	12.886	13.658	13.752	13.445	12.779	11.791	10.711
WL Beam m	29.098	29.534	30.826	31.219	29.331	25.764	23.077	21.356	20.230	19.804
Wetted Area m^2	7199.142	7204.224	7208.722	7210.839	7120.937	7205.859	7242.774	7272.448	7271.286	7285.495
Waterpl. Area m^2	4961.838	5036.148	5256.502	5377.652	5264.162	4806.384	4310.982	3996.381	3790.018	3714.508
Prismatic Coeff.	0.802	0.803	0.807	0.809	0.792	0.786	0.792	0.796	0.802	0.803
Block Coeff.	0.735	0.611	0.489	0.424	0.414	0.463	0.531	0.606	0.697	0.782
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	99.614	99.608	99.613	99.623	99.630	99.641	99.647	99.650	99.654	99.658
VCB from DWL m	-3.508	-3.583	-3.816	-4.176	-4.391	-4.455	-4.578	-4.719	-4.834	-4.897
GZ m	0.000	0.481	1.091	1.900	2.501	2.763	2.472	1.843	1.016	0.094
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	101.026	100.989	100.898	99.761	98.215	98.008	98.447	98.722	99.091	99.183
TCF to zero pt. m	0.000	1.334	2.702	4.962	8.416	9.873	10.300	10.447	10.325	9.873
Max deck inclination deg	0.5	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.5	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 30</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	91.0 <b>3.151</b>	deg <b>m.deg</b>	<b>24.9848</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	n/a 91.0 <b>5.157</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>47.2315</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 30 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>&gt;</math>)</b>	n/a 91.0 <b>1.719</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>22.2466</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.3: Angle of maximum GZ shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>25.0</b>	<b>deg</b>	<b>50.0</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.4: Initial GMt</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	0.0 <b>0.150</b>	deg <b>m</b>	<b>2.635</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater</b>				<b>Pass</b>
	<i>in the range from the greater of</i>				
	spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	<i>to the lesser of</i> spec. heel angle	90.0	deg		
	angle of max. GZ <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	50.0 <b>0.200</b>	deg <b>m</b>	50.0 <b>2.763</b>	<b>Pass</b>
	<i>Intermediate values</i> angle at which this GZ occurs		deg	50.0	

**17.- SALIDA CARGADO BODEGAS 1-3-5-7 (FACTOR DE ESTIBA 1,55  $m^3/t$ ) Y CONSUMIBLES AL 100%****17.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase - 1,55  $m^3/T$ , Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/ $m^3$ ), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	0.000	10.484	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	0.000	7.940	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilidadación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.000	0.000	7.712	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	5180.232	5180.232	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	0%	5387.101	0.000	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	5386.420	5386.420	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	0%	5385.738	0.000	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	5385.054	5385.054	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	0%	5382.051	0.000	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	4506.590	4506.590	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum
Pique de Popa	0%	289.628	0.000	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum

Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	100%	2260.032	2260.032	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	182.903	182.903	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	0%	182.914	0.000	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	182.914	182.914	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	0%	182.914	0.000	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 3	100%	182.914	182.914	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum

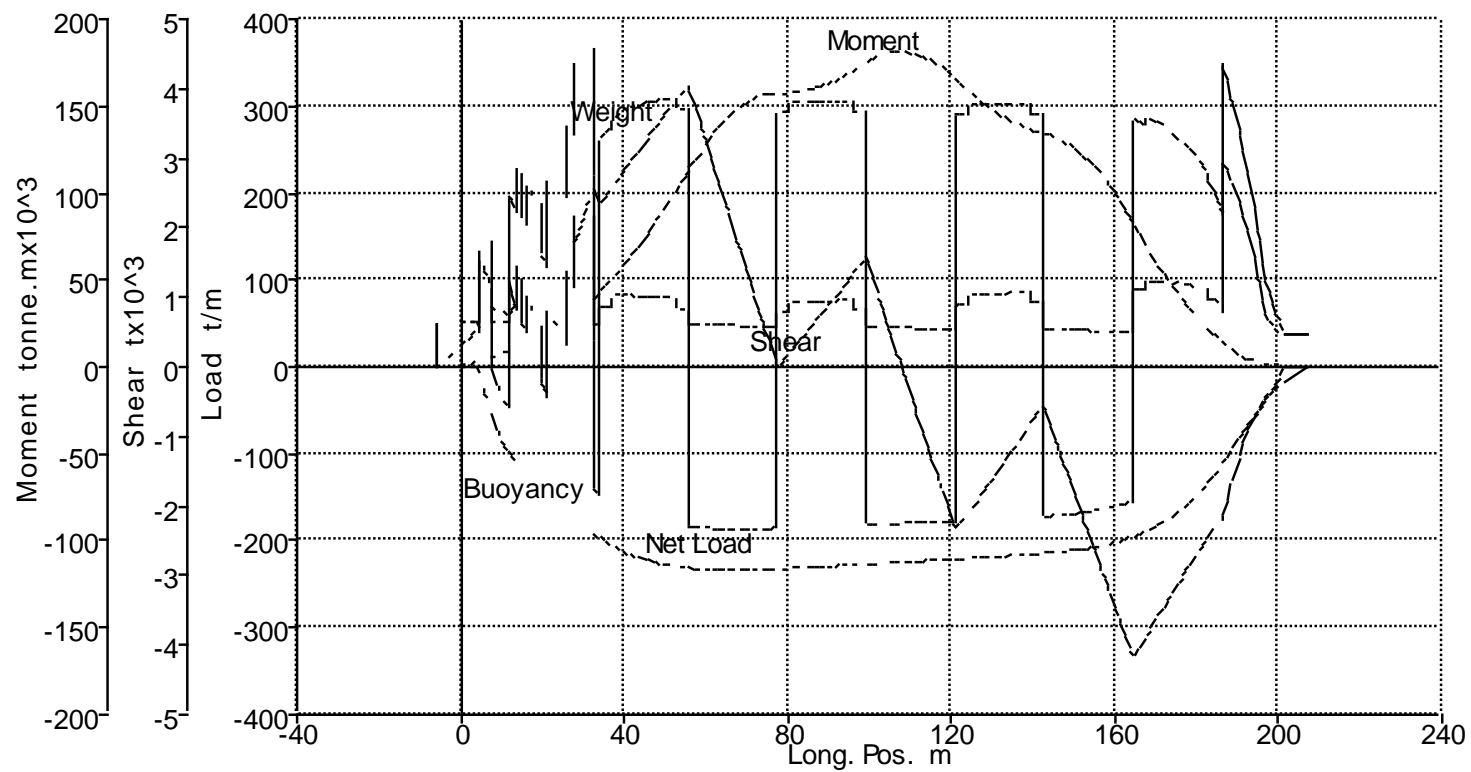
Escotilla 2	0%	182.914	0.000	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	156.784	156.784	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			37242.581	99.950	-0.002	10.111	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						10.111		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	7.699	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	99.881
Displacement tonne	37243	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	100.782
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	3.942
Draft at FP m	6.821	KG fluid m	10.111
Draft at AP m	8.576	BMt m	8.364
Draft at LCF m	7.669	BML m	354.181
Trim (+ve by stern) m	1.755	GMt corrected m	2.195
WL Length m	197.625	GML corrected m	348.012
WL Beam m	29.099	KMt m	12.306
Wetted Area m^2	7370.897	KML m	358.123
Waterpl. Area m^2	4967.388	Immersion (TPc) tonne/cm	50.916
Prismatic Coeff.	0.806	MTc tonne.m	664.395
Block Coeff.	0.745	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1426.827
Midship Area Coeff.	0.986	Max deck inclination deg	0.5
Waterpl. Area Coeff.	0.864	Trim angle (+ve by stern) deg	0.5

**17.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Salida cargado con bodegas 1-3-5-7 (1,55 m<sup>3</sup>/t )****Loadcase - 1,55 m<sup>3</sup>/T, Damage Case – Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	10.484
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	11.570	27.570	0.000	7.940
Peso de Equipo y Habilidad	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.712
Bodega 7	100%	5180.232	5180.232	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	0%	5387.101	0.000	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	5386.420	5386.420	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	0%	5385.738	0.000	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	5385.054	5385.054	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	0%	5382.051	0.000	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	4506.590	4506.590	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	0%	289.628	0.000	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316			6.003	14.774
Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316			-6.003	14.774
Pique de Proa	100%	2260.032	2260.032	190.776			0.000	8.997

HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	182.903	182.903	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	0%	182.914	0.000	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	182.914	182.914	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	0%	182.914	0.000	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	182.914	182.914	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	0%	182.914	0.000	153.455	0.000	18.010
Escotilla 1	100%	156.784	156.784	175.205	0.000	18.010
<b>Total Loadcase</b>			37242.581	99.950	-0.002	10.111



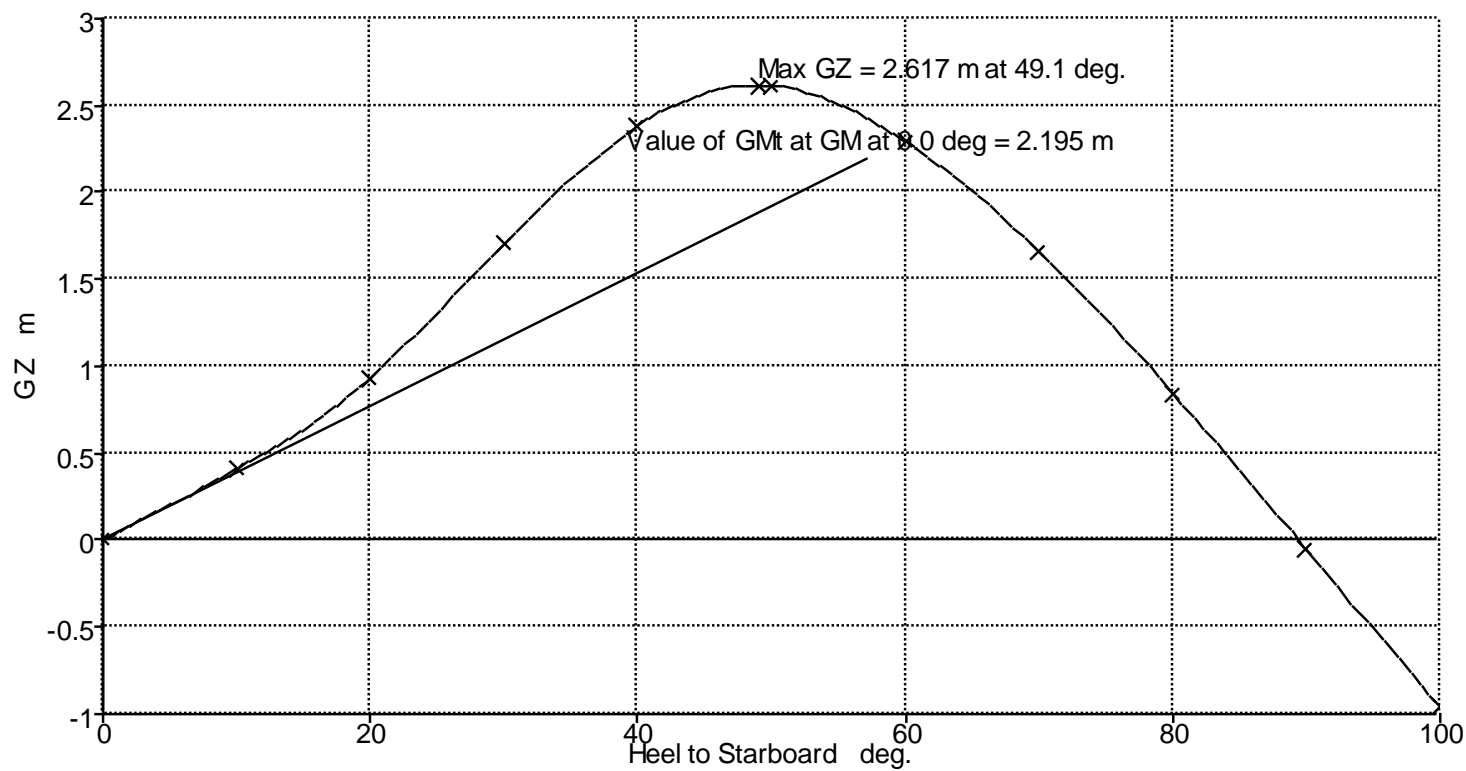


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	0.000	52.098	52.098	0.310	0.997
C 0.5	4.881	16.386	136.575	120.188	0.578	3.189
C 1	9.762	83.322	51.437	-31.885	0.824	7.061
C 1.5	14.642	118.019	223.230	105.211	1.038	11.281
C 2	19.523	143.106	188.441	45.335	1.356	17.238
C 2.5	24.404	163.482	201.114	37.632	1.493	24.098
C 3	29.285	181.338	355.944	174.606	2.035	32.429
C 3.5	34.165	196.533	264.387	67.854	2.371	43.968
C 4	39.046	209.205	292.106	82.901	2.735	56.451
C 5	48.808	226.206	306.895	80.688	3.536	87.207
C 6	58.569	233.023	48.134	-184.889	3.483	124.280
C 7	68.331	233.609	47.473	-186.136	1.670	149.566
C 8	78.092	232.263	294.478	62.215	0.043	157.196
C 9	87.854	230.015	305.417	75.403	0.746	161.061
C 10	97.615	227.508	293.129	65.620	1.473	172.069
C 11	107.377	224.911	44.830	-180.081	0.068	181.202
C 12	117.138	222.263	44.170	-178.094	-1.680	173.441
C 13	126.900	219.533	302.718	83.185	-1.870	153.326
C 14	136.661	216.520	302.043	85.523	-1.047	139.194
C 15	146.423	212.577	42.187	-170.389	-1.229	131.115
C 16	156.184	205.963	41.527	-164.436	-2.866	111.206
C 17	165.946	192.715	282.151	89.436	-4.025	75.991
C 18	175.707	166.549	263.079	96.530	-3.089	41.350
C 18.5	180.588	145.226	235.977	90.751	-2.629	27.468
C 19	185.469	116.305	184.391	68.087	-2.232	15.713
C 19.5	190.349	81.500	269.979	188.479	-1.279	7.082
C 20	195.230	49.468	143.193	93.725	-0.564	2.828

### 17.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

Loadcase - Salida cargado con bodegas 1-3-5-7 ( $1,55 \text{ m}^3/\text{t}$ )

Loadcase -  $1,55 \text{ m}^3/\text{T}$ , Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; Density =  $1.025 \text{ tonne/m}^3$ . Fluid analysis method: Use corrected VCG



Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	37243	37243	37243	37243	37246	37243	37243	37243	37246	37246
Draft at FP m	6.821	6.840	6.884	6.916	6.533	5.530	3.857	0.635	-8.758	N/A
Draft at AP m	8.576	8.542	8.438	8.202	7.519	6.271	4.463	1.157	-8.290	N/A
WL Length m	197.625	197.665	198.287	200.996	206.986	207.146	206.876	206.402	205.682	205.748
Immersed Depth m	8.486	9.999	11.839	13.290	14.073	14.219	13.967	13.346	12.393	11.315
WL Beam m	29.099	29.539	30.868	32.052	30.131	25.789	23.014	21.366	20.291	19.845
Wetted Area m^2	7370.897	7376.611	7402.322	7460.838	7391.983	7473.581	7518.191	7537.557	7543.478	7560.377
Waterpl. Area m^2	4967.388	5043.778	5283.737	5535.787	5449.405	4822.954	4332.968	4013.169	3813.956	3742.051
Prismatic Coeff.	0.806	0.808	0.810	0.808	0.792	0.796	0.800	0.803	0.807	0.808
Block Coeff.	0.745	0.622	0.501	0.424	0.414	0.478	0.546	0.617	0.703	0.786
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	99.881	99.897	99.903	99.912	99.922	99.933	99.938	99.943	99.947	99.951
VCB from DWL m	-3.735	-3.799	-3.997	-4.320	-4.531	-4.637	-4.805	-4.979	-5.116	-5.187
GZ m	0.002	0.405	0.935	1.706	2.381	2.614	2.296	1.661	0.847	-0.053
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	100.782	100.729	100.495	99.655	98.094	98.389	98.930	98.995	99.415	99.524
TCF to zero pt. m	0.000	1.413	2.852	4.866	8.421	9.532	10.036	10.237	10.206	9.853
Max deck inclination deg	0.5	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 30</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	89.4 <b>3.151</b>	deg <b>m.deg</b>	<b>21.5974</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	n/a 89.4 <b>5.157</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>42.2717</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 30 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>&gt;</math>)</b>	n/a 89.4 <b>1.719</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>20.6744</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.3: Angle of maximum GZ</b>				Pass
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>25.0</b>	<b>deg</b>	<b>49.1</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.4: Initial GMt</b>				Pass
	spec. heel angle <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	0.0 <b>0.150</b>	deg <b>m</b>	<b>2.195</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater</b>				<b>Pass</b>
	<i>in the range from the greater of</i>				
	spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	<i>to the lesser of</i> spec. heel angle	90.0	deg		
	angle of max. GZ <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	49.1 <b>0.200</b>	deg <b>m</b>	49.1 <b>2.617</b>	<b>Pass</b>
	<i>Intermediate values</i>				
	angle at which this GZ occurs		deg	49.1	

**18.- LLEGADA CARGADO BODEGAS 1-3-5-7 (FACTOR DE ESTIBA 1,55  $m^3/t$ ) Y CONSUMIBLES AL 10%****18.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase - Caso 1,55  $m^3/T$ , Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/ $m^3$ ), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	0.000	10.484	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	0.000	7.940	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	5180.232	5180.232	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	0%	5387.101	0.000	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	5386.420	5386.420	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	0%	5385.738	0.000	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	5385.054	5385.054	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	0%	5382.051	0.000	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	4506.590	4506.590	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum

Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	10%	401.266	40.127	29.955	3.000	3.246	80.738	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	10%	401.266	40.127	29.955	-3.000	3.246	80.738	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	10%	329.481	32.948	30.084	7.845	3.541	81.883	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	10%	329.481	32.948	30.084	-7.845	3.541	81.883	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	10%	211.456	21.146	23.109	7.135	4.089	56.842	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	10%	211.456	21.146	23.109	-7.135	4.089	56.842	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	10%	173.734	17.370	26.257	7.439	3.770	43.949	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	10%	173.734	17.370	26.257	-7.439	3.770	43.949	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	100%	84.194	84.194	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	100%	84.194	84.194	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	10%	84.760	8.476	26.580	3.000	10.304	33.995	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	10%	84.760	8.476	26.580	-3.000	10.304	33.995	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	10%	63.132	6.313	18.480	7.741	10.417	27.222	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	10%	102.697	10.270	17.778	-7.670	10.428	44.147	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	10%	30.141	3.014	16.598	8.062	10.512	9.210	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	10%	16.664	1.666	14.407	-8.586	11.247	3.221	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	10%	39.889	3.989	14.348	7.317	10.495	16.876	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	10%	23.225	2.323	14.330	-7.125	10.304	1.310	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	10%	30.484	3.048	18.114	0.000	0.101	12.420	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	100%	30.368	30.368	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	10%	86.475	8.647	6.088	-5.235	11.324	22.781	Maximum
Agua Dulce Estribor	10%	132.554	13.255	6.140	5.538	11.449	153.519	Maximum
Agua Dulce Babor	10%	46.080	4.608	6.361	-8.085	12.070	16.179	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	100%	37.855	37.855	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	100%	37.855	37.855	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	100%	23.371	23.371	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	182.903	182.903	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	0%	182.914	0.000	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	182.914	182.914	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	0%	182.914	0.000	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 3	100%	182.914	182.914	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	0%	182.914	0.000	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	156.784	156.784	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			32894.540	98.280	0.000	9.971	901.697	
FS correction:						0.027		
VCG fluid:						9.998		

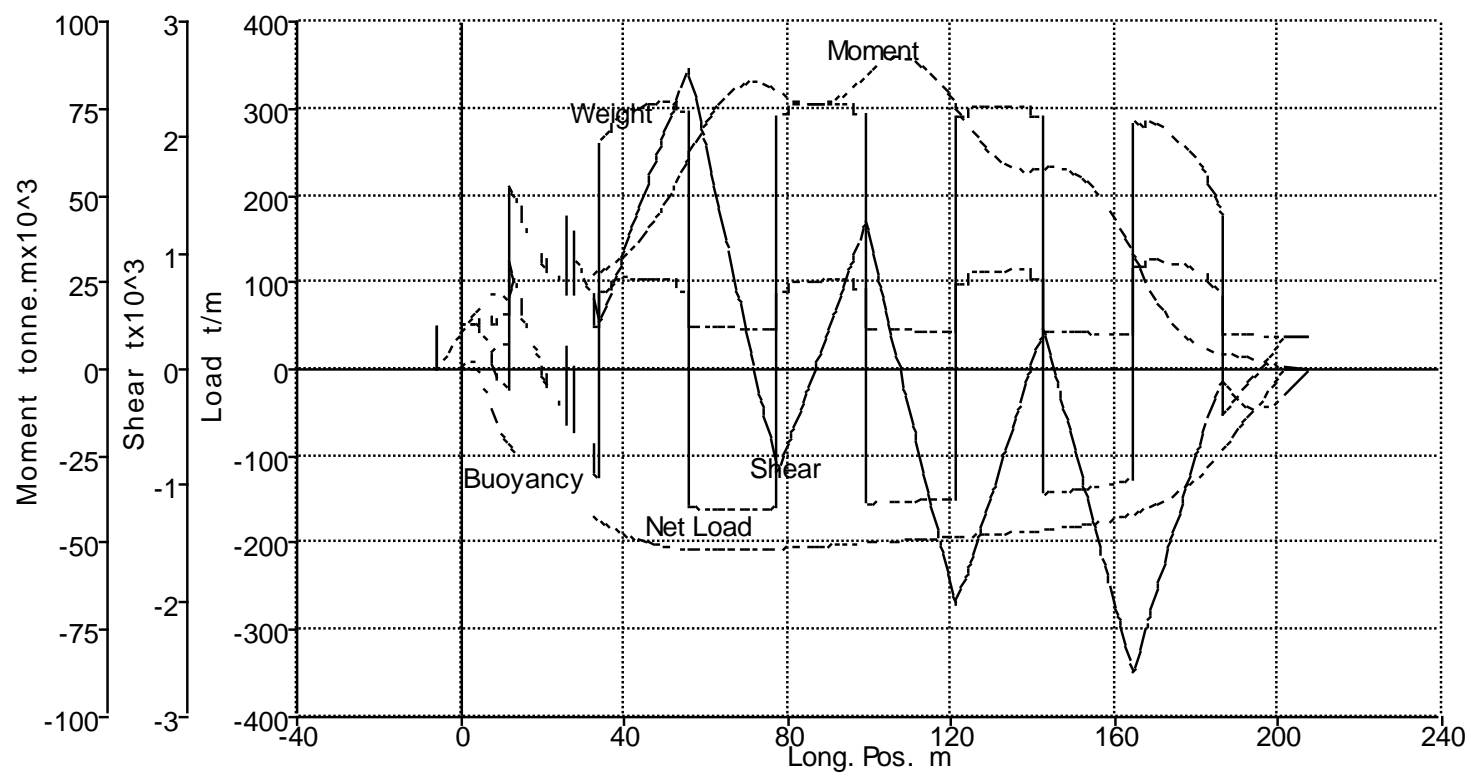
EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	6.857	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	98.193
Displacement tonne	32893	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	101.172
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	3.523
Draft at FP m	5.605	KG fluid m	9.998
Draft at AP m	8.109	BMt m	9.433
Draft at LCF m	6.810	BML m	400.922
Trim (+ve by stern) m	2.504	GMt corrected m	2.957
WL Length m	197.320	GML corrected m	394.447
WL Beam m	29.097	KMt m	12.956
Wetted Area m^2	7041.857	KML m	404.445
Waterpl. Area m^2	4963.405	Immersion (TPc) tonne/cm	50.875
Prismatic Coeff.	0.783	MTc tonne.m	665.089
Block Coeff.	0.700	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1697.685
Midship Area Coeff.	0.982	Max deck inclination deg	0.7
Waterpl. Area Coeff.	0.864	Trim angle (+ve by stern) deg	0.7

**18.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Llegada cargado bodegas 1-3-5-7 (1,55 m<sup>3</sup>/t )****Loadcase - Caso 1,55 m<sup>3</sup>/T, Damage Case – Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	10.484
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	11.570	27.570	0.000	7.940
Peso de Equipo y Habilidadación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	5180.232	5180.232	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	0%	5387.101	0.000	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	5386.420	5386.420	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	0%	5385.738	0.000	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	5385.054	5385.054	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	0%	5382.051	0.000	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	4506.590	4506.590	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316			6.003	14.774
Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316			-6.003	14.774
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776			0.000	8.997



HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	10%	401.266	40.120	29.939	3.000	3.245
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	10%	401.266	40.120	29.939	-3.000	3.245
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	10%	329.481	32.967	30.071	7.844	3.542
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	10%	329.481	32.967	30.071	-7.844	3.542
HFO Almacén <1,5%S Estribor	10%	211.456	21.154	23.102	7.134	4.090
HFO Almacén <1,5%S Babor	10%	211.456	21.154	23.102	-7.134	4.090
HFO Almacén <0,1%S Estribor	10%	173.734	17.374	26.252	7.438	3.771
HFO Almacén <0,1%S Babor	10%	173.734	17.374	26.252	-7.438	3.771
HFO Sedimentación Estribor	100%	84.194	84.194	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	100%	84.194	84.194	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	10%	84.760	8.475	26.574	3.000	10.304
HFO Servicio Diario Babor	10%	84.760	8.475	26.574	-3.000	10.304
Diesel Oil Almacén Estribor	10%	63.132	6.316	18.474	7.740	10.417
Diesel Oil Almacén Babor	10%	102.697	10.267	17.762	-7.668	10.428
Diesel Oil Servicio Diario	10%	30.141	3.014	16.596	8.061	10.512
Aceite Almacén Cilindros	10%	16.664	1.665	14.405	-8.586	11.247
Aceite Almacén Cojinetes	10%	39.889	3.989	14.345	7.317	10.495
Aceite Almacén Motores Auxiliar	10%	23.225	2.322	14.327	-7.125	10.304
Aceite Servicio Diario Motor Pp	10%	30.484	3.049	17.905	0.000	0.102
Aceite Sucio del Motor Ppal	100%	30.368	30.368	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	10%	86.475	8.645	6.073	-5.235	11.324
Agua Dulce Estribor	10%	132.554	13.251	6.128	5.536	11.449
Agua Dulce Babor	10%	46.080	4.607	6.351	-8.084	12.070
Sentinas (Aguas Grises)	100%	37.855	37.855	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	100%	37.855	37.855	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	100%	23.371	23.371	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	182.903	182.903	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	0%	182.914	0.000	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	182.914	182.914	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	0%	182.914	0.000	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	182.914	182.914	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	0%	182.914	0.000	153.455	0.000	18.010
Escotilla 1	100%	156.784	156.784	175.205	0.000	18.010
<b>Total Loadcase</b>			32894.580	98.280	0.000	9.971

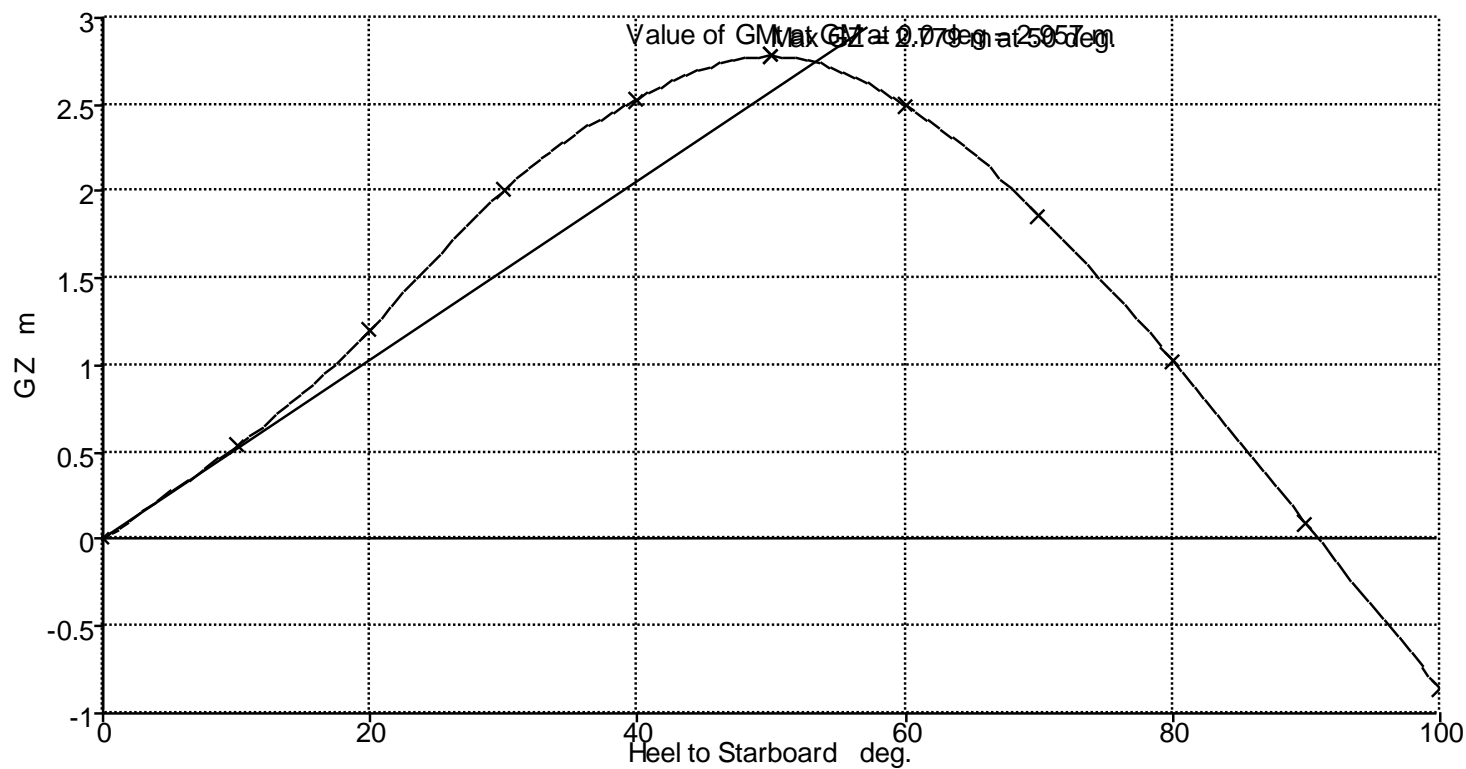


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 <sup>3</sup>	Moment tonne.mx10 <sup>3</sup>
C 0	0.000	0.000	52.098	52.098	0.310	0.996
C 0.5	4.881	12.839	59.574	46.735	0.558	3.187
C 1	9.762	72.022	61.532	-10.490	0.636	6.292
C 1.5	14.642	103.880	189.655	85.775	0.924	9.857
C 2	19.523	126.903	131.790	4.887	1.108	15.020
C 2.5	24.404	145.557	97.590	-47.967	1.015	20.336
C 3	29.285	161.888	83.217	-78.670	0.853	25.062
C 3.5	34.165	175.747	264.387	88.640	0.447	28.253
C 4	39.046	187.259	292.106	104.847	0.916	31.598
C 5	48.808	202.500	306.895	104.395	1.940	45.670
C 6	58.569	208.219	48.134	-160.085	2.125	68.314
C 7	68.331	208.120	47.473	-160.647	0.557	81.528
C 8	78.092	206.214	294.478	88.265	-0.818	79.516
C 9	87.854	203.462	305.417	101.955	0.141	76.219
C 10	97.615	200.466	293.129	92.663	1.130	82.596
C 11	107.377	197.380	44.830	-152.550	-0.008	89.674
C 12	117.138	194.245	44.170	-150.076	-1.485	82.482
C 13	126.900	191.029	302.718	111.689	-1.399	65.605
C 14	136.661	187.560	302.043	114.484	-0.296	57.427
C 15	146.423	183.280	42.187	-141.093	-0.193	58.061
C 16	156.184	176.710	41.527	-135.183	-1.544	49.654
C 17	165.946	164.483	282.151	117.668	-2.422	28.723
C 18	175.707	141.270	263.079	121.809	-1.221	11.041
C 18.5	180.588	122.634	235.977	113.343	-0.644	6.562
C 19	185.469	97.580	184.391	86.811	-0.145	4.747
C 19.5	190.349	67.621	39.214	-28.407	-0.271	3.917
C 20	195.230	39.671	38.884	-0.787	-0.340	2.432

### 18.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

Loadcase - Llegada cargado bodegas 1-3-5-7 ( $1,55 m^3/t$ )

Loadcase - Caso  $1,55 m^3/T$ , Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; Density = 1.025 tonne/ $m^3$ ). Fluid analysis method: Use corrected VCG



Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	32893	32895	32895	32895	32892	32894	32896	32895	32896	32896
Draft at FP m	5.605	5.619	5.653	5.577	4.946	3.507	1.019	-3.820	-17.969	N/A
Draft at AP m	8.109	8.079	7.980	7.742	7.009	5.551	3.386	-0.564	-11.895	N/A
WL Length m	197.320	197.313	197.602	199.312	204.595	206.785	205.749	204.579	203.048	204.248
Immersed Depth m	7.980	9.305	11.141	12.612	13.365	13.412	13.058	12.359	11.351	10.322
WL Beam m	29.097	29.528	30.782	30.683	28.834	25.596	23.112	21.277	20.157	19.732
Wetted Area m^2	7041.861	7047.324	7052.992	7000.167	6899.639	6979.006	7021.447	7041.242	7041.084	7055.449
Waterpl. Area m^2	4963.407	5036.068	5241.117	5243.112	5113.453	4776.810	4292.894	3968.153	3763.604	3688.033
Prismatic Coeff.	0.783	0.784	0.788	0.791	0.777	0.773	0.780	0.786	0.794	0.793
Block Coeff.	0.700	0.592	0.474	0.416	0.407	0.452	0.517	0.597	0.691	0.772
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	98.193	98.199	98.204	98.214	98.218	98.228	98.230	98.231	98.232	98.234
VCB from DWL m	-3.325	-3.411	-3.673	-4.055	-4.268	-4.303	-4.388	-4.502	-4.597	-4.654
GZ m	0.000	0.538	1.207	2.013	2.531	2.779	2.500	1.867	1.027	0.088
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	101.172	101.119	100.936	99.207	97.448	97.437	98.034	98.080	98.485	98.599
TCF to zero pt. m	0.000	1.271	2.599	5.097	8.443	10.145	10.544	10.624	10.428	9.889
Max deck inclination deg	0.7	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	1.0	1.8	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 30</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	90.9 <b>3.151</b>	deg <b>m.deg</b>	<b>27.3714</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	n/a 90.9 <b>5.157</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>50.3367</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 30 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>&gt;</math>)</b>	n/a 90.9 <b>1.719</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>22.9653</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.3: Angle of maximum GZ</b>				Pass
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>25.0</b>	<b>deg</b>	<b>50.0</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.4: Initial GMt</b>				Pass
	spec. heel angle <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	0.0 <b>0.150</b>	deg <b>m</b>	<b>2.957</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater</b>				<b>Pass</b>
	<i>in the range from the greater of</i>				
	spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	<i>to the lesser of</i> spec. heel angle	90.0	deg		
	angle of max. GZ <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	50.0 <b>0.200</b>	deg <b>m</b>	50.0 <b>2.771</b>	<b>Pass</b>
	<i>Intermediate values</i>				
	angle at which this GZ occurs		deg	50.0	

**19.- SALIDA CARGADO BODEGAS 1-3-5-7 (FACTOR DE ESTIBA 1,80  $m^3/t$ ) Y CONSUMIBLES AL 100%****19.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase - 1,80  $m^3/T$ , Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/ $m^3$ ), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	0.000	10.484	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	0.000	7.940	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.000	0.000	7.712	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	4464.056	4464.056	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	0%	4642.325	0.000	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	4641.738	4641.738	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	0%	4641.150	0.000	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	4640.561	4640.561	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	0%	4637.973	0.000	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	3883.547	3883.547	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum
Pique de Popa	0%	289.628	0.000	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum

Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	100%	2260.032	2260.032	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	157.616	157.616	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	0%	157.626	0.000	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	157.626	157.626	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	0%	157.626	0.000	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 3	100%	157.626	157.626	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum



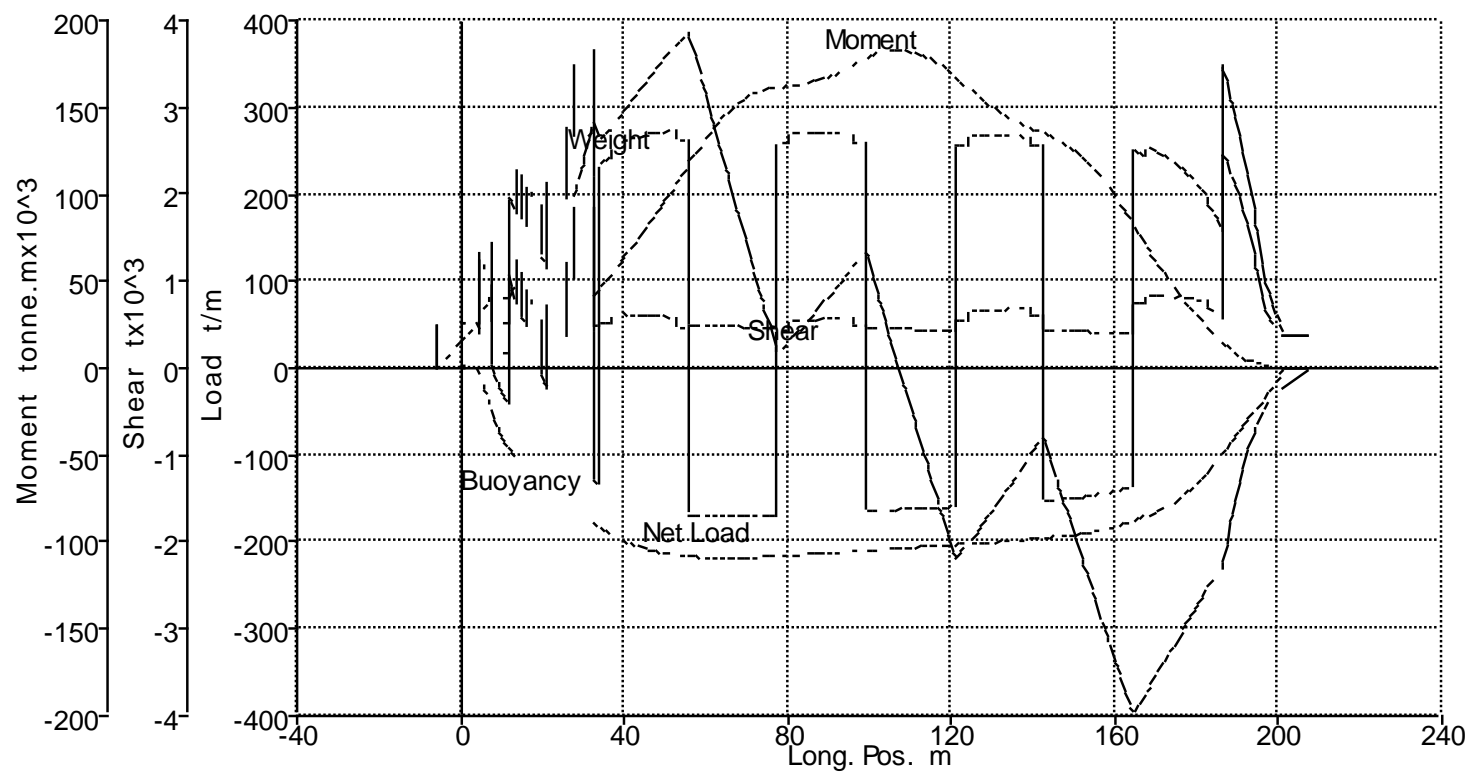
Escotilla 2	0%	157.626	0.000	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	135.108	135.108	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			34316.647	99.292	-0.002	10.164	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						10.164		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	7.128	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	99.235
Displacement tonne	34317	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	101.071
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	3.655
Draft at FP m	6.110	KG fluid m	10.164
Draft at AP m	8.146	BMt m	9.047
Draft at LCF m	7.091	BML m	383.818
Trim (+ve by stern) m	2.036	GMt corrected m	2.538
WL Length m	197.297	GML corrected m	377.309
WL Beam m	29.098	KMt m	12.702
Wetted Area m^2	7154.956	KML m	387.473
Waterpl. Area m^2	4962.446	Immersion (TPc) tonne/cm	50.865
Prismatic Coeff.	0.797	MTc tonne.m	663.734
Block Coeff.	0.725	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1520.177
Midship Area Coeff.	0.982	Max deck inclination deg	0.6
Waterpl. Area Coeff.	0.864	Trim angle (+ve by stern) deg	0.6

**19.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Salida cargado con bodegas 1-3-5-7 (1,80 m<sup>3</sup>/t )****Loadcase - 1,80 m<sup>3</sup>/T, Damage Case – Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	10.484
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	11.570	27.570	0.000	7.940
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.712
Bodega 7	100%	4464.056	4464.056	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	0%	4642.325	0.000	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	4641.738	4641.738	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	0%	4641.150	0.000	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	4640.561	4640.561	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	0%	4637.973	0.000	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	3883.547	3883.547	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	0%	289.628	0.000	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	0%	371.187	0.000	-0.316			6.003	14.774

Pique de Popa Babor	0%	371.187	0.000	-0.316	-6.003	14.774
Pique de Proa	100%	2260.032	2260.032	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
<b>Total Loadcase</b>	<b>100%</b>	<b>157.616</b>	<b>157.616</b>	<b>44.706</b>	<b>0.000</b>	<b>18.010</b>

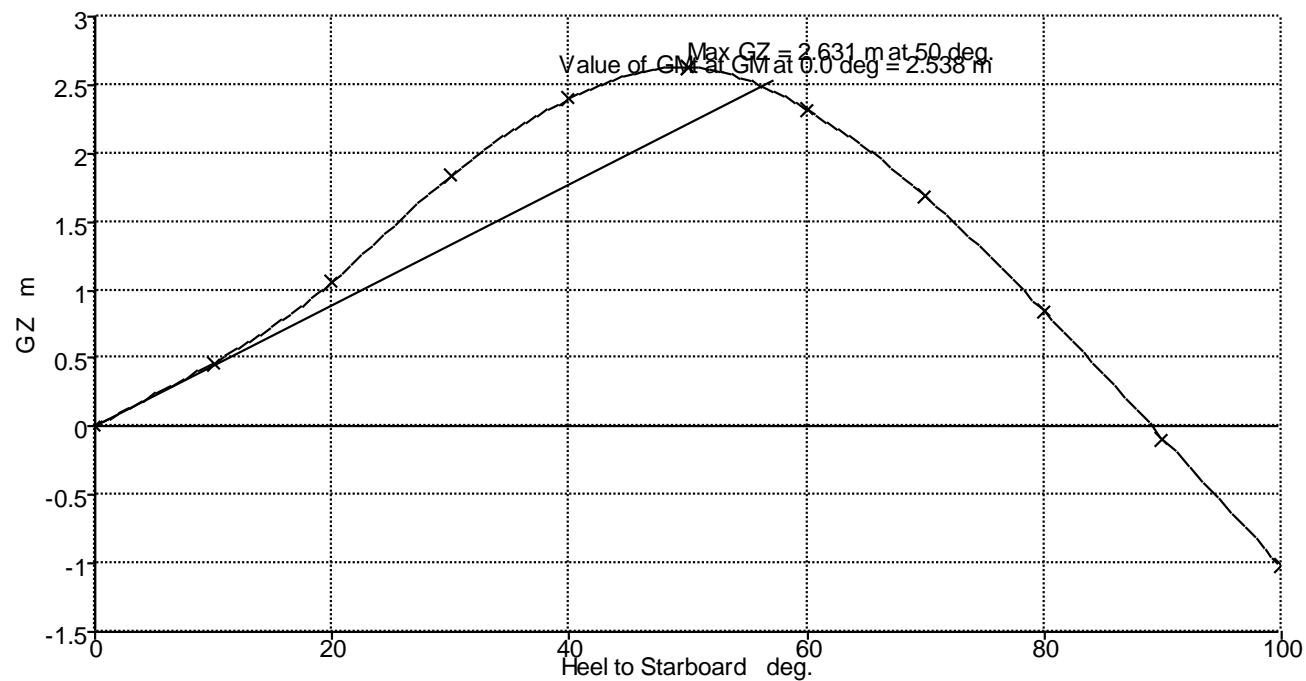


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	0.000	52.098	52.098	0.310	0.978
C 0.5	4.881	14.073	136.575	122.502	0.581	3.157
C 1	9.762	76.627	51.437	-25.190	0.851	7.078
C 1.5	14.642	109.650	223.230	113.580	1.102	11.503
C 2	19.523	133.493	188.441	54.948	1.464	17.862
C 2.5	24.404	152.813	201.114	48.301	1.651	25.354
C 3	29.285	169.720	355.944	186.224	2.247	34.570
C 3.5	34.165	184.070	234.718	50.648	2.632	47.269
C 4	39.046	195.995	258.559	62.564	2.905	60.795
C 5	48.808	211.826	271.212	59.387	3.501	92.185
C 6	58.569	217.859	48.134	-169.725	3.355	128.060
C 7	68.331	217.907	47.473	-170.434	1.692	152.794
C 8	78.092	216.098	260.238	44.140	0.195	161.359
C 9	87.854	213.421	269.573	56.152	0.711	165.776
C 10	97.615	210.495	258.892	48.398	1.255	175.508
C 11	107.377	207.478	44.830	-162.647	-0.032	182.847
C 12	117.138	204.411	44.170	-160.242	-1.608	174.918
C 13	126.900	201.263	266.882	65.619	-1.834	155.697
C 14	136.661	197.851	266.209	68.358	-1.181	141.055
C 15	146.423	193.587	42.187	-151.399	-1.386	131.119
C 16	156.184	186.901	41.527	-145.374	-2.837	110.555
C 17	165.946	174.225	248.793	74.568	-3.867	76.454
C 18	175.707	149.912	232.266	82.354	-3.077	42.612
C 18.5	180.588	130.322	208.866	78.544	-2.682	28.613
C 19	185.469	103.924	164.366	60.442	-2.334	16.456
C 19.5	190.349	72.331	269.979	197.648	-1.340	7.390
C 20	195.230	43.034	143.193	100.159	-0.588	2.919

### 19.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

Loadcase - Salida cargado con bodegas 1-3-5-7 ( $1,80 \text{ m}^3/\text{t}$ )

Loadcase -  $1,80 \text{ m}^3/\text{T}$ , Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; Density =  $1.025 \text{ tonne/m}^3$ . Fluid analysis method: Use corrected VCG



Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	34317	34317	34317	34317	34319	34319	34319	34319	34319	34319
Draft at FP m	6.110	6.121	6.160	6.134	5.602	4.326	2.167	-2.022	-14.237	N/A
Draft at AP m	8.146	8.120	8.020	7.780	7.055	5.634	3.523	-0.337	-11.430	N/A
WL Length m	197.297	197.300	197.607	199.394	204.869	207.127	206.386	205.524	204.376	204.890
Immersed Depth m	8.041	9.485	11.340	12.810	13.573	13.652	13.334	12.659	11.664	10.597
WL Beam m	29.098	29.533	30.815	31.062	29.194	25.769	23.091	21.337	20.201	19.786
Wetted Area m^2	7154.956	7160.131	7164.929	7152.655	7059.969	7142.588	7176.929	7209.226	7206.945	7220.510
Waterpl. Area m^2	4962.446	5036.422	5252.962	5341.095	5223.000	4799.332	4302.340	3990.325	3782.726	3706.804
Prismatic Coeff.	0.797	0.798	0.802	0.804	0.788	0.783	0.788	0.794	0.800	0.801
Block Coeff.	0.725	0.606	0.485	0.422	0.412	0.459	0.527	0.603	0.695	0.779
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	99.235	99.225	99.231	99.241	99.247	99.259	99.263	99.267	99.270	99.274
VCB from DWL m	-3.456	-3.534	-3.775	-4.142	-4.357	-4.412	-4.524	-4.658	-4.767	-4.829
GZ m	0.002	0.466	1.061	1.842	2.394	2.631	2.325	1.681	0.842	-0.088
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	101.071	101.030	100.916	99.620	98.015	97.869	98.254	98.585	98.924	99.012
TCF to zero pt. m	0.000	1.316	2.672	4.998	8.423	9.952	10.360	10.497	10.354	9.878
Max deck inclination deg	0.6	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.8	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 30</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	89.1 <b>3.151</b>	deg <b>m.deg</b>	<b>24.2695</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	n/a 89.1 <b>5.157</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>45.6893</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 30 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>&gt;</math>)</b>	n/a 89.1 <b>1.719</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>21.4198</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.3: Angle of maximum GZ shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>25.0</b>	<b>deg</b>	<b>50.0</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.4: Initial GMt</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	0.0 <b>0.150</b>	deg <b>m</b>	<b>2.538</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater</b>				<b>Pass</b>
	<i>in the range from the greater of</i>				
	spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	<i>to the lesser of</i> spec. heel angle	90.0	deg		
	angle of max. GZ <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	50.0 <b>0.200</b>	deg <b>m</b>	50.0 <b>2.631</b>	<b>Pass</b>
	<i>Intermediate values</i> angle at which this GZ occurs		deg	50.0	



## 20.- LLEGADA CARGADO BODEGAS 1-3-5-7 (FACTOR DE ESTIBA 1,80 $m^3/t$ ) Y CONSUMIBLES AL 10%

### 20.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase - Caso 1,80  $m^3/T$ , Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/ $m^3$ ), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	0.000	10.484	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	0.000	7.940	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	4464.056	4464.056	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	0%	4642.325	0.000	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	4641.738	4641.738	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	0%	4641.150	0.000	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	4640.561	4640.561	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	0%	4637.973	0.000	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	3883.547	3883.547	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	100%	1090.495	1090.495	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	100%	1090.495	1090.495	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum

Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	100%	2260.032	2260.032	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	10%	401.266	40.127	29.939	3.000	3.246	80.731	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	10%	401.266	40.127	29.939	-3.000	3.246	80.731	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	10%	329.481	32.948	30.071	7.844	3.541	81.860	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	10%	329.481	32.948	30.071	-7.844	3.541	81.860	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	10%	211.456	21.135	23.102	7.134	4.088	56.844	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	10%	211.456	21.135	23.102	-7.134	4.088	56.844	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	10%	173.734	17.372	26.252	7.438	3.771	43.949	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	10%	173.734	17.372	26.252	-7.438	3.771	43.949	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	100%	84.194	84.194	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	100%	84.194	84.194	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	10%	84.760	8.476	26.574	3.000	10.304	33.992	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	10%	84.760	8.476	26.574	-3.000	10.304	33.992	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	10%	63.132	6.313	18.474	7.740	10.417	27.221	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	10%	102.697	10.270	17.762	-7.668	10.428	44.147	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	10%	30.141	3.014	16.596	8.061	10.512	9.209	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	10%	16.664	1.666	14.405	-8.586	11.247	3.221	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	10%	39.889	3.989	14.345	7.317	10.495	16.875	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	10%	23.225	2.323	14.327	-7.125	10.304	1.310	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	10%	30.484	3.048	17.905	0.000	0.102	12.419	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	100%	30.368	30.368	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	10%	86.475	8.647	6.073	-5.235	11.324	22.779	Maximum
Agua Dulce Estribor	10%	132.554	13.255	6.128	5.536	11.450	153.504	Maximum
Agua Dulce Babor	10%	46.080	4.608	6.351	-8.084	12.070	16.175	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	100%	37.855	37.855	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	100%	37.855	37.855	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	100%	23.371	23.371	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	157.616	157.616	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	0%	157.626	0.000	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	157.626	157.626	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	0%	157.626	0.000	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 3	100%	157.626	157.626	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	0%	157.626	0.000	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	135.108	135.108	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			35151.989	98.043	0.000	9.935	901.613	
FS correction:						0.026		
VCG fluid:						9.960		

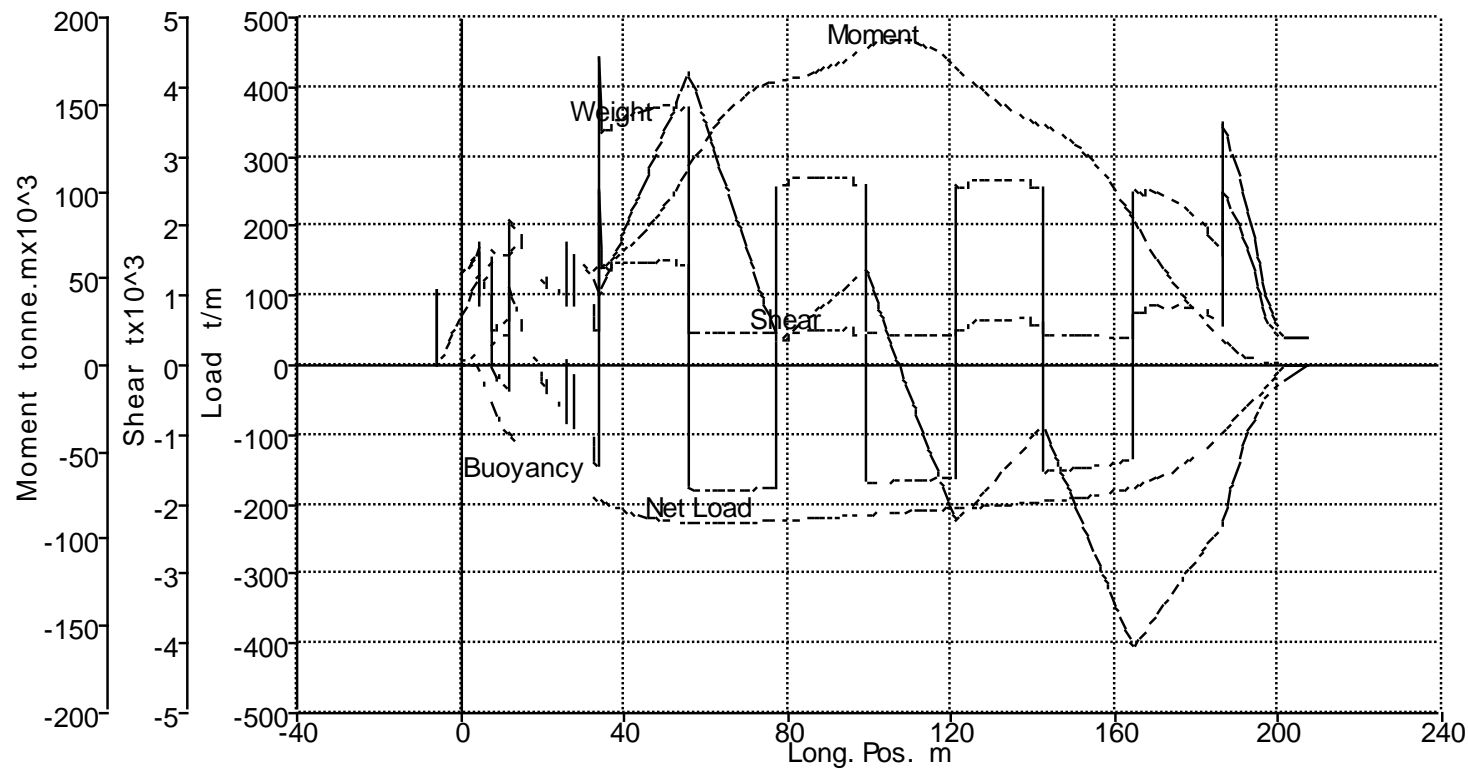
EQUILIBRIO				
Draft Amidsh. m	7.305	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	97.968	
Displacement tonne	35152	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	100.890	
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	3.754	
Draft at FP m	5.946	KG fluid m	9.960	
Draft at AP m	8.663	BMt m	8.862	
Draft at LCF m	7.258	BML m	377.620	
Trim (+ve by stern) m	2.717	GMt corrected m	2.655	
WL Length m	197.965	GML corrected m	371.414	
WL Beam m	29.098	KMt m	12.616	
Wetted Area m^2	7205.665	KML m	381.374	
Waterpl. Area m^2	4975.833	Immersion (TPc) tonne/cm	51.002	
Prismatic Coeff.	0.781	MTc tonne.m	669.268	
Block Coeff.	0.698	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1628.951	
Midship Area Coeff.	0.982	Max deck inclination deg	0.8	
Waterpl. Area Coeff.	0.864	Trim angle (+ve by stern) deg	0.8	

**20.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Llegada cargado bodegas 1-3-5-7 (1,80 m<sup>3</sup>/t)****Loadcase - Caso 1,80 m<sup>3</sup>/T, Damage Case – Intact:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	8399.000	8399.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	10.484
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	17.000	11.570	27.570	0.000	7.940
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	4464.056	4464.056	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	0%	4642.325	0.000	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	4641.738	4641.738	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	0%	4641.150	0.000	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	4640.561	4640.561	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	0%	4637.973	0.000	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	3883.547	3883.547	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	100%	1090.495	1090.495	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	100%	1090.495	1090.495	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316			6.003	14.774

Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774
Pique de Proa	100%	2260.032	2260.032	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	10%	401.266	40.125	29.937	3.000	3.246
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	10%	401.266	40.125	29.937	-3.000	3.246
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	10%	329.481	32.960	30.070	7.844	3.542
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	10%	329.481	32.960	30.070	-7.844	3.542
HFO Almacén <1,5%S Estribor	10%	211.456	21.151	23.102	7.134	4.089
HFO Almacén <1,5%S Babor	10%	211.456	21.151	23.102	-7.134	4.089
HFO Almacén <0,1%S Estribor	10%	173.734	17.372	26.252	7.438	3.771
HFO Almacén <0,1%S Babor	10%	173.734	17.372	26.252	-7.438	3.771
HFO Sedimentación Estribor	100%	84.194	84.194	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	100%	84.194	84.194	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	10%	84.760	8.476	26.574	3.000	10.304
HFO Servicio Diario Babor	10%	84.760	8.476	26.574	-3.000	10.304
Diesel Oil Almacén Estribor	10%	63.132	6.315	18.474	7.740	10.417
Diesel Oil Almacén Babor	10%	102.697	10.269	17.760	-7.668	10.428
Diesel Oil Servicio Diario	10%	30.141	3.013	16.596	8.061	10.512
Aceite Almacén Cilindros	10%	16.664	1.665	14.405	-8.586	11.247
Aceite Almacén Cojinetes	10%	39.889	3.988	14.345	7.317	10.495
Aceite Almacén Motores Auxiliar	10%	23.225	2.325	14.327	-7.125	10.304
Aceite Servicio Diario Motor Pp	10%	30.484	3.048	17.887	0.000	0.103
Aceite Sucio del Motor Ppal	100%	30.368	30.368	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	10%	86.475	8.655	6.072	-5.235	11.324
Agua Dulce Estribor	10%	132.554	13.254	6.127	5.536	11.450
Agua Dulce Babor	10%	46.080	4.604	6.351	-8.084	12.070
Sentinas (Aguas Grises)	100%	37.855	37.855	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	100%	37.855	37.855	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	100%	23.371	23.371	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	157.616	157.616	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	0%	157.626	0.000	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	157.626	157.626	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	0%	157.626	0.000	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	157.626	157.626	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	0%	157.626	0.000	153.455	0.000	18.010

Escotilla 1	100%	135.108	135.108	175.205	0.000	18.010
Total Loadcase			35152.043	98.043	0.000	9.935

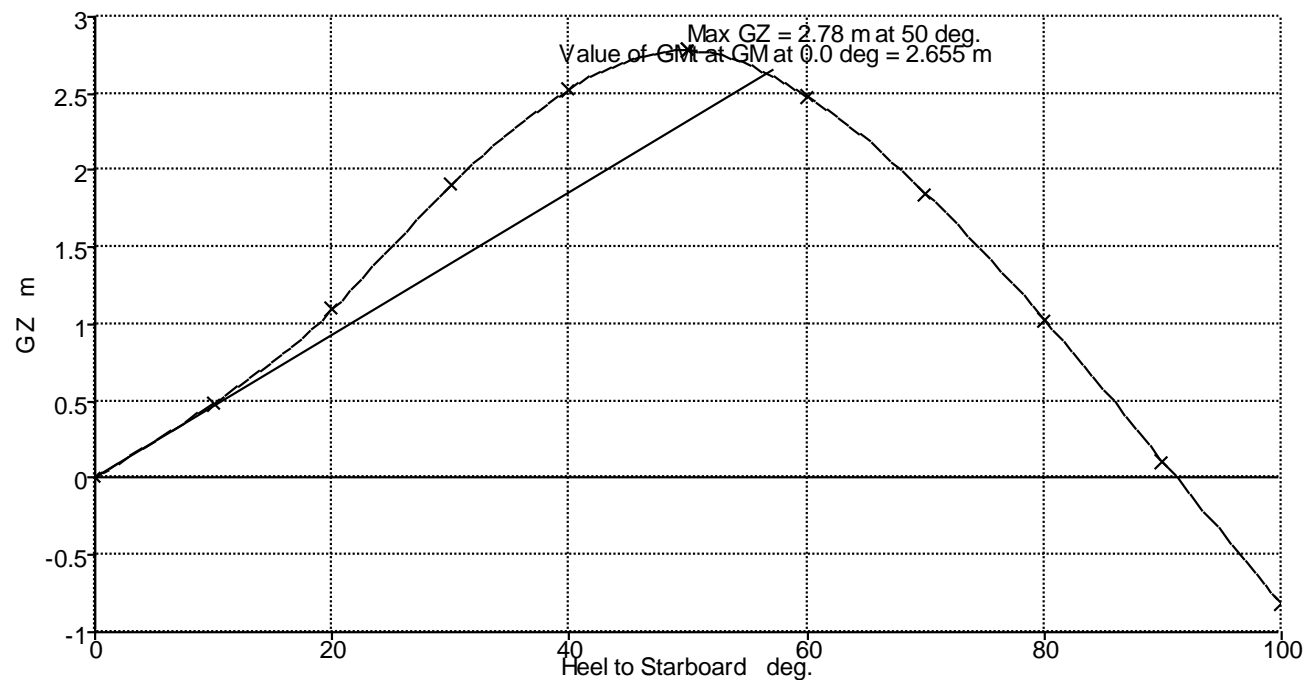


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	0.000	131.569	131.569	0.708	2.112
C 0.5	4.881	16.795	101.796	85.001	1.404	7.316
C 1	9.762	83.918	61.532	-22.386	1.621	15.070
C 1.5	14.642	118.293	189.650	71.356	1.844	23.289
C 2	19.523	142.905	131.745	-11.160	1.954	32.764
C 2.5	24.404	162.709	97.565	-65.144	1.779	42.013
C 3	29.285	179.916	83.259	-96.658	1.531	50.262
C 3.5	34.165	194.406	361.348	166.942	1.082	56.555
C 4	39.046	206.330	353.696	147.366	1.781	63.585
C 5	48.808	221.787	371.779	149.991	3.221	88.108
C 6	58.569	227.073	48.134	-178.939	3.686	125.283
C 7	68.331	226.181	47.473	-178.708	1.938	152.857
C 8	78.092	223.380	260.238	36.859	0.365	163.473
C 9	87.854	219.690	269.573	49.883	0.815	169.248
C 10	97.615	215.747	258.892	43.146	1.302	179.741
C 11	107.377	211.713	44.830	-166.883	-0.031	187.340
C 12	117.138	207.629	44.170	-163.460	-1.643	179.267
C 13	126.900	203.464	266.882	63.418	-1.896	159.596
C 14	136.661	199.034	266.209	67.176	-1.259	144.294
C 15	146.423	193.753	42.187	-151.566	-1.470	133.586
C 16	156.184	186.071	41.527	-144.545	-2.919	112.233
C 17	165.946	172.499	248.793	76.294	-3.935	77.422
C 18	175.707	147.563	232.266	84.703	-3.125	43.032
C 18.5	180.588	127.870	208.866	80.995	-2.719	28.840
C 19	185.469	101.603	164.366	62.763	-2.359	16.548
C 19.5	190.349	70.396	269.979	199.583	-1.355	7.401
C 20	195.230	41.502	143.193	101.691	-0.594	2.895

### 20.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

Loadcase - Llegada cargado bodegas 1-3-5-7 ( $1,80 \text{ m}^3/\text{t}$ )

Loadcase - Caso  $1,80 \text{ m}^3/\text{T}$ , Damage Case – Intact: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; Density =  $1.025 \text{ tonne/m}^3$ ). Fluid analysis method: Use corrected VCG





Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	35152	35152	35152	35152	35152	35154	35154	35153	35153	35153
Draft at FP m	5.946	5.957	5.998	5.976	5.449	4.152	1.927	-2.395	-15.045	N/A
Draft at AP m	8.663	8.636	8.533	8.300	7.611	6.339	4.528	1.248	-8.092	N/A
WL Length m	197.965	198.033	198.751	201.783	207.176	206.915	206.260	205.311	204.092	204.739
Immersed Depth m	8.523	9.788	11.593	13.044	13.798	13.885	13.585	12.927	11.955	10.949
WL Beam m	29.098	29.535	30.838	31.592	29.721	25.759	23.097	21.323	20.186	19.777
Wetted Area m^2	7205.670	7211.771	7239.419	7251.357	7170.350	7237.102	7271.363	7302.675	7299.825	7312.972
Waterpl. Area m^2	4975.835	5051.618	5281.073	5409.722	5306.497	4794.884	4301.428	3991.887	3784.833	3710.019
Prismatic Coeff.	0.781	0.782	0.784	0.782	0.771	0.779	0.785	0.790	0.797	0.797
Block Coeff.	0.698	0.599	0.483	0.412	0.404	0.463	0.530	0.606	0.696	0.774
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	97.968	97.958	97.964	97.971	97.982	97.989	97.990	97.989	97.989	97.992
VCB from DWL m	-3.544	-3.618	-3.845	-4.195	-4.403	-4.472	-4.603	-4.749	-4.867	-4.932
GZ m	0.000	0.485	1.098	1.908	2.525	2.780	2.485	1.856	1.032	0.113
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	100.890	100.819	100.469	98.840	96.915	97.824	98.216	98.455	98.658	98.685
TCF to zero pt. m	0.000	1.346	2.735	4.999	8.468	9.819	10.257	10.421	10.312	9.870
Max deck inclination deg	0.8	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.8	1.1	2.0	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 30</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	91.2 <b>3.151</b>	deg <b>m.deg</b>	<b>25.1205</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 0 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	n/a 91.2 <b>5.157</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>47.5752</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.1: Area 30 to 40</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	to the lesser of spec. heel angle	40.0	deg	40.0	
	first downflooding angle angle of vanishing stability <b>shall be greater than (<math>\geq</math>)</b>	n/a 91.2 <b>1.719</b>	deg deg <b>m.deg</b>	<b>22.4147</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.3: Angle of maximum GZ</b>				Pass
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>25.0</b>	<b>deg</b>	<b>50.0</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.4: Initial GMt</b>				Pass
	spec. heel angle <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	0.0 <b>0.150</b>	deg <b>m</b>	<b>2.655</b>	<b>Pass</b>
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	<b>3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater</b>				<b>Pass</b>
	<i>in the range from the greater of</i>				
	spec. heel angle	30.0	deg	30.0	
	<i>to the lesser of</i> spec. heel angle	90.0	deg		
	angle of max. GZ <b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	50.0 <b>0.200</b>	deg <b>m</b>	50.0 <b>2.780</b>	<b>Pass</b>
	<i>Intermediate values</i>				
	angle at which this GZ occurs		deg	50.0	

## **ANEXO II: AVERIAS**

## 21.- AVERIA PIQUE DE POPA

### 21.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation

Hydromax 13.01, build: 2091

**Loadcase – Salida averias, Damage Case -Pique de Popa:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG  
 Compartments Damaged - Pique de Popa, Pique de Popa Estribor, Pique de Popa Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	0.000	9.400	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	0.000	7.420	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum
Pique de Popa	Damaged							

Pique de Popa Estribor	Damaged							
Pique de Popa Babor	Damaged							
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Cámara de Máquinas	0%	2848.039	0.000	17.035	0.000	9.988	0.000	Maximum
Total Loadcase:			59614.295	100.561	-0.001	9.722	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						9.722		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.080	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.537
Displacement tonne	59614	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	97.212
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.175
Draft at FP m	11.504	KG fluid m	9.722
Draft at AP m	12.657	BMt m	5.420
Draft at LCF m	12.082	BML m	237.353
Trim (+ve by stern) m	1.154	GMt corrected m	1.872
WL Length m	200.883	GML corrected m	233.805
WL Beam m	29.100	KMt m	11.595
Wetted Area m^2	9285.889	KML m	243.528
Waterpl. Area m^2	5095.108	Immersion (TPc) tonne/cm	52.225
Prismatic Coeff.	0.821	MTc tonne.m	714.490
Block Coeff.	0.790	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1947.961
Midship Area Coeff.	0.992	Max deck inclination deg	0.3
Waterpl. Area Coeff.	0.872	Trim angle (+ve by stern) deg	0.3

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	8.6.2: Heel angle at equilibrium for unsymmetrical flooding				Pass
	the angle of shall be greater than (<=)	Heel 7.0	deg	0.0	Pass
SOLAS, II-1/8	8.6.3: Margin line immersion				Pass
	the min. freeboard of the shall be greater than (>)	Marginline 0.000	m	5.773	Pass

**21.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase – Averia Pique de Popa**

**Loadcase – Salida averias, Damage Case -Pique de Popa:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG Compartments Damaged -

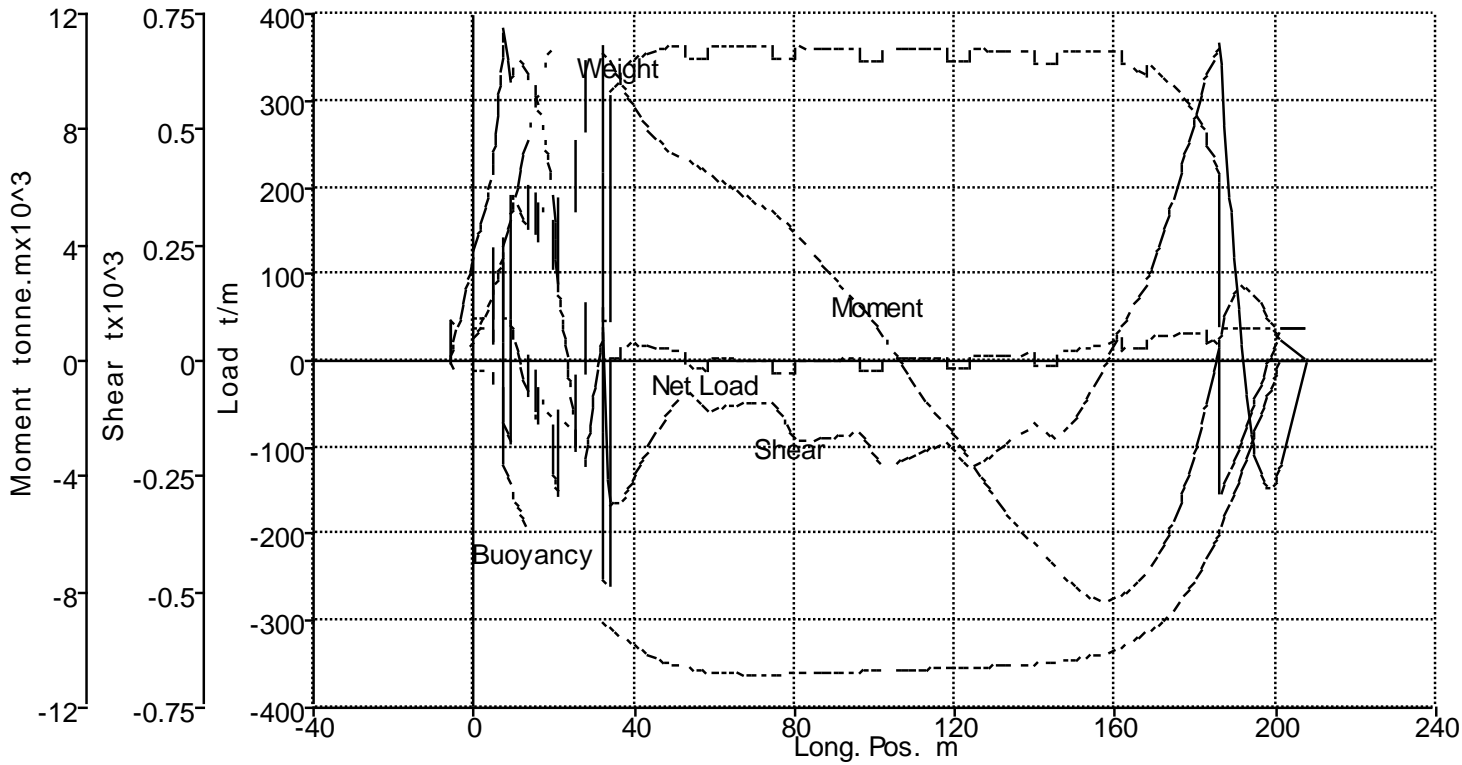
Pique de Popa, Pique de Popa Estribor, Pique de Popa Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	9.400
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	9.000	25.000	0.000	7.420
Peso de Equipo y Habilidadación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	Damaged							
Pique de Popa Estribor	Damaged							

<b>Pique de Popa Babor</b>	Damaged					
<b>Pique de Proa</b>	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Cen</b>	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Cent</b>	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Cos</b>	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Cost</b>	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
<b>HFO Almacén &lt;1,5%S Estribor</b>	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
<b>HFO Almacén &lt;1,5%S Babor</b>	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
<b>HFO Almacén &lt;0,1%S Estribor</b>	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
<b>HFO Almacén &lt;0,1%S Babor</b>	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
<b>HFO Sedimentación Estribor</b>	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
<b>HFO Sedimentación Babor</b>	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
<b>HFO Servicio Diario Estribor</b>	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
<b>HFO Servicio Diario Babor</b>	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
<b>Diesel Oil Almacén Estribor</b>	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
<b>Diesel Oil Almacén Babor</b>	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
<b>Diesel Oil Servicio Diario</b>	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
<b>Aceite Almacén Cilindros</b>	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
<b>Aceite Almacén Cojinetes</b>	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
<b>Aceite Almacén Motores Auxiliar</b>	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
<b>Aceite Servicio Diario Motor Pp</b>	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
<b>Aceite Sucio del Motor Ppal</b>	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
<b>Agua Potable</b>	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
<b>Agua Dulce Estribor</b>	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
<b>Agua Dulce Babor</b>	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
<b>Sentinas (Aguas Grises)</b>	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
<b>Aguas Negras</b>	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
<b>HFO Reboses y Derrames</b>	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
<b>Escotilla 7</b>	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010
<b>Escotilla 6</b>	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010
<b>Escotilla 5</b>	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010
<b>Escotilla 4</b>	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010
<b>Escotilla 3</b>	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010
<b>Escotilla 2</b>	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010
<b>Escotilla 1</b>	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010



Cámara de Máquinas	0%	2848.039	0.000	17.035	0.000	9.988
Total Loadcase			59614.295	100.561	-0.001	9.722



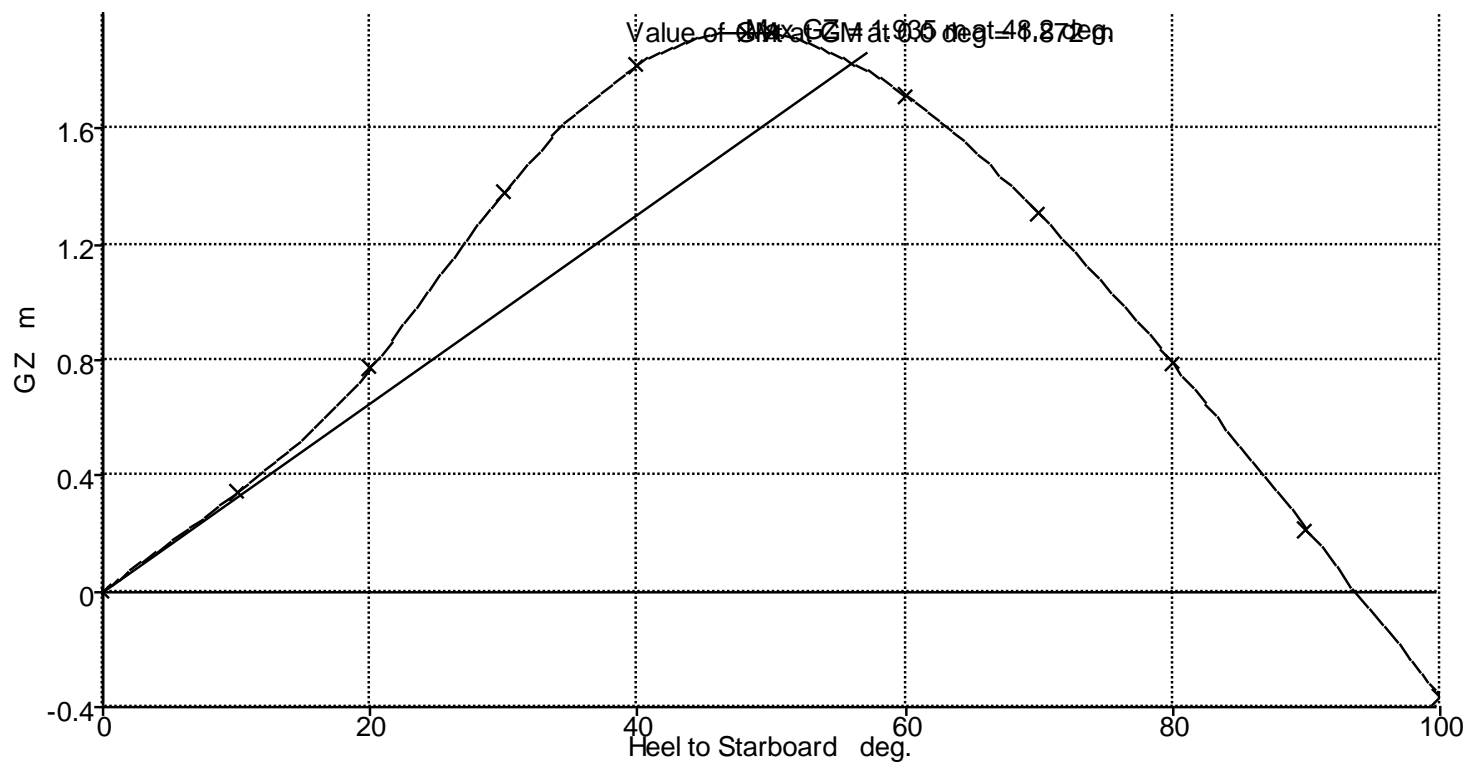
Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	11.375	49.016	37.641	0.231	0.757
C 0.5	4.881	30.138	133.519	103.381	0.431	2.379
C 1	9.762	156.880	187.284	30.403	0.628	5.373
C 1.5	14.642	202.407	197.259	-5.149	0.606	8.497
C 2	19.523	235.771	162.496	-73.275	0.364	10.982
C 2.5	24.404	263.138	175.196	-87.942	-0.095	11.546
C 3	29.285	287.186	353.021	65.835	-0.119	10.678
C 3.5	34.165	307.736	309.486	1.750	-0.312	10.373
C 4	39.046	324.980	343.505	18.525	-0.266	8.961
C 5	48.808	348.524	361.802	13.278	-0.110	7.263
C 6	58.569	358.923	348.460	-10.462	-0.111	6.516
C 7	68.331	361.252	362.046	0.795	-0.092	5.632
C 8	78.092	361.105	347.210	-13.895	-0.142	4.738
C 9	87.854	359.815	360.796	0.981	-0.168	3.184
C 10	97.615	358.211	345.960	-12.251	-0.175	1.674
C 11	107.377	356.511	359.546	3.036	-0.214	-0.323
C 12	117.138	354.761	358.921	4.161	-0.179	-2.171
C 13	126.900	352.923	358.296	5.374	-0.218	-4.140
C 14	136.661	350.668	357.671	7.003	-0.158	-5.908
C 15	146.423	346.926	357.046	10.120	-0.162	-7.329
C 16	156.184	338.781	356.421	17.640	-0.032	-8.258
C 17	165.946	319.626	333.932	14.306	0.140	-7.591
C 18	175.707	279.208	310.795	31.587	0.392	-5.038
C 18.5	180.588	245.689	277.732	32.043	0.550	-2.704
C 19	185.469	199.590	214.710	15.120	0.676	0.360
C 19.5	190.349	140.825	37.164	-103.661	0.130	2.475
C 20	195.230	75.171	36.860	-38.312	-0.221	2.163

### 21.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

#### Loadcase - Averia Pique de Popa

Loadcase - Salida averías, Damage Case -Pique de Popa: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged -  
Pique de Popa, Pique de Popa Estribor, Pique de Popa Babor



Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	59614	59614	59615	59614	59614	59620	59619	59618	59618	59619
Draft at FP m	11.504	11.512	11.532	11.555	11.900	12.739	14.081	16.615	23.954	N/A
Draft at AP m	12.657	12.625	12.530	12.410	12.754	13.624	15.056	17.851	26.023	N/A
WL Length m	200.883	200.889	200.941	200.885	200.938	202.825	205.539	206.908	207.031	206.288
Immersed Depth m	12.598	14.232	15.877	17.081	18.127	18.905	19.183	18.946	18.223	17.244
WL Beam m	29.100	29.549	30.966	31.922	29.437	25.320	22.541	20.932	20.088	19.892
Wetted Area m^2	9285.889	9296.662	9332.121	9504.976	9859.155	10008.309	10060.159	10089.970	10111.987	10128.882
Waterpl. Area m^2	5095.108	5181.468	5444.105	5607.596	5217.818	4657.749	4204.973	3928.107	3780.682	3744.605
Prismatic Coeff.	0.821	0.822	0.825	0.832	0.843	0.846	0.841	0.839	0.841	0.846
Block Coeff.	0.790	0.688	0.589	0.531	0.542	0.599	0.654	0.709	0.767	0.822
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.537	100.541	100.544	100.546	100.547	100.548	100.549	100.550	100.551	100.553
VCB from DWL m	-5.888	-5.871	-5.827	-5.803	-6.126	-6.687	-7.210	-7.622	-7.889	-7.992
GZ m	0.001	0.342	0.772	1.381	1.816	1.929	1.716	1.307	0.788	0.216
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	97.212	97.316	97.704	99.211	100.490	100.287	100.359	100.458	100.410	100.412
TCF to zero pt. m	0.000	2.223	4.399	5.652	5.160	6.172	7.410	8.470	9.291	9.842
Max deck inclination deg	0.3	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.1: Range of residual positive stability</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	93.7	deg	93.7	
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>15.0</b>	<b>deg</b>	93.7	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.2: Area under residual GZ curve</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	93.7	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.859</b>	<b>m.deg</b>	<b>49.5683</b>	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.3: Maximum residual GZ</b>				<b>Pass</b>
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	0,0	deg	0,0	
	angle of equilibrium	n/a	deg		
	to the lesser of spec. heel angle	180,0	deg		
	angle of max. GZ	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,100</b>	<b>m</b>	<b>1.935</b>	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	48.2	
SOLAS, II-1/8	<b>8.6.1 Residual GM with symmetrical flooding</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle	0,0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,050</b>	<b>m</b>	<b>1.872</b>	<b>Pass</b>

## 22.- AVERIA CÁMARA DE MÁQUINAS

### 22.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation

Hydromax 13.01, build: 2091

**Loadcase – Averias, Damage Case–Cámara de Máquinas:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG  
 Compartments Damaged - Cámara de Máquinas

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	0.000	9.400	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	0.000	7.420	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum

Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Cámara de Máquinas	Damaged							
Total Loadcase:			60646.297	98.869	-0.001	9.779	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						9.779		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.570	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	98.801
Displacement tonne	60645	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	97.072
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.457
Draft at FP m	10.493	KG fluid m	9.779
Draft at AP m	14.646	BMt m	5.449
Draft at LCF m	12.580	BML m	237.725
Trim (+ve by stern) m	4.154	GMt corrected m	2.127
WL Length m	201.179	GML corrected m	234.403
WL Beam m	29.100	KMt m	11.906
Wetted Area m <sup>2</sup>	9554.647	KML m	244.182
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5073.851	Immersion (TPc) tonne/cm	52.007
Prismatic Coeff.	0.770	MTc tonne.m	728.699
Block Coeff.	0.700	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	2250.847
Midship Area Coeff.	0.987	Max deck inclination deg	1.2
Waterpl. Area Coeff.	0.867	Trim angle (+ve by stern) deg	1.2

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	8.6.2: Heel angle at equilibrium for unsymmetrical flooding				Pass
	the angle of shall be greater than ( $\leq$ )	Heel 7.0	deg	0.0	Pass
SOLAS, II-1/8	8.6.3: Margin line immersion				Pass
	the min. freeboard of the shall be greater than ( $>$ )	Marginline 0.000	m	3.690	Pass



**22.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase – Avería Cámara de Máquinas**

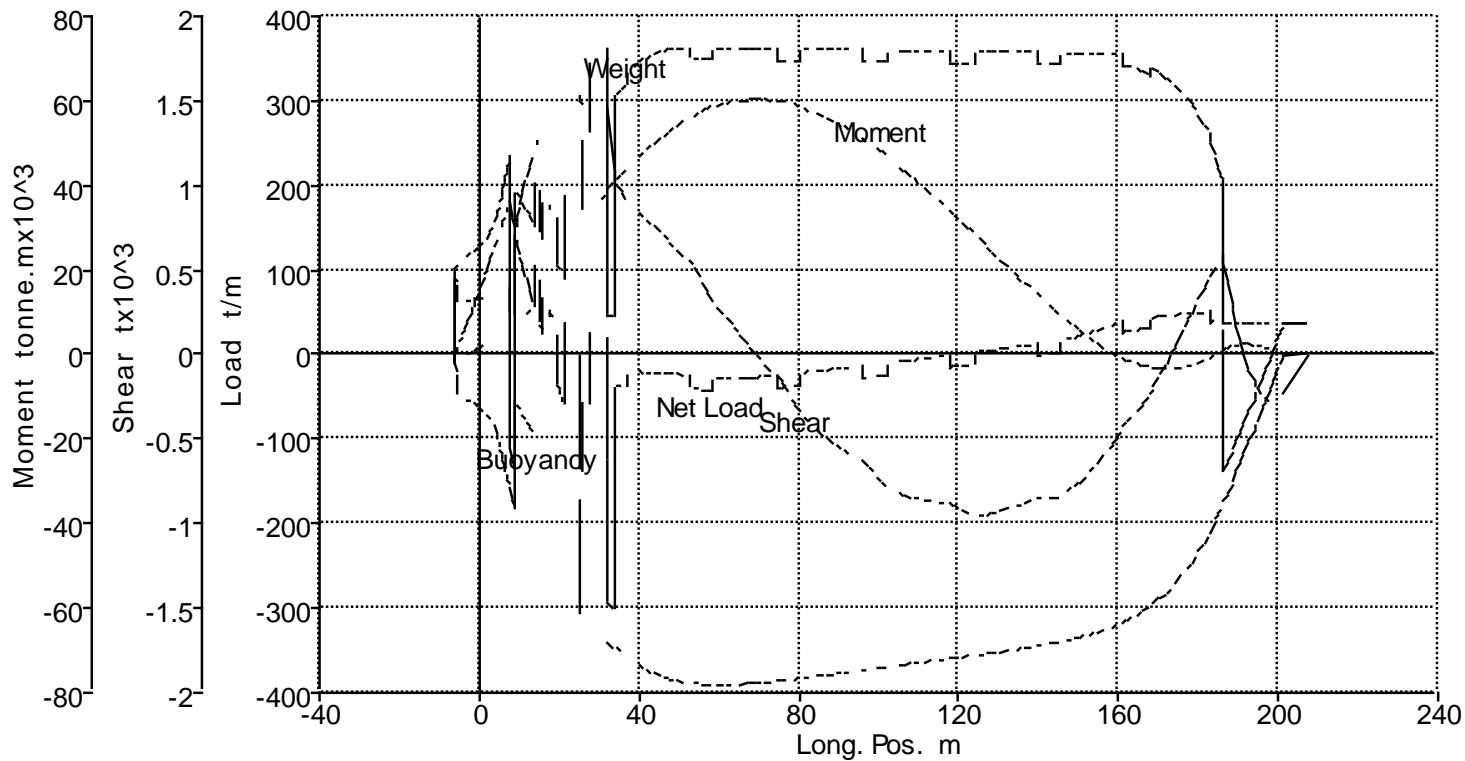
**Loadcase – Salida averías, Damage Case –Cámara de Máquinas:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged – Cámara de Máquinas

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	9.400
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	9.000	25.000	0.000	7.420
Peso de Equipo y Habilidadación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557

Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010

Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010
Cámara de Máquinas	Damaged					
Total Loadcase			60646.297	98.869	-0.001	9.779



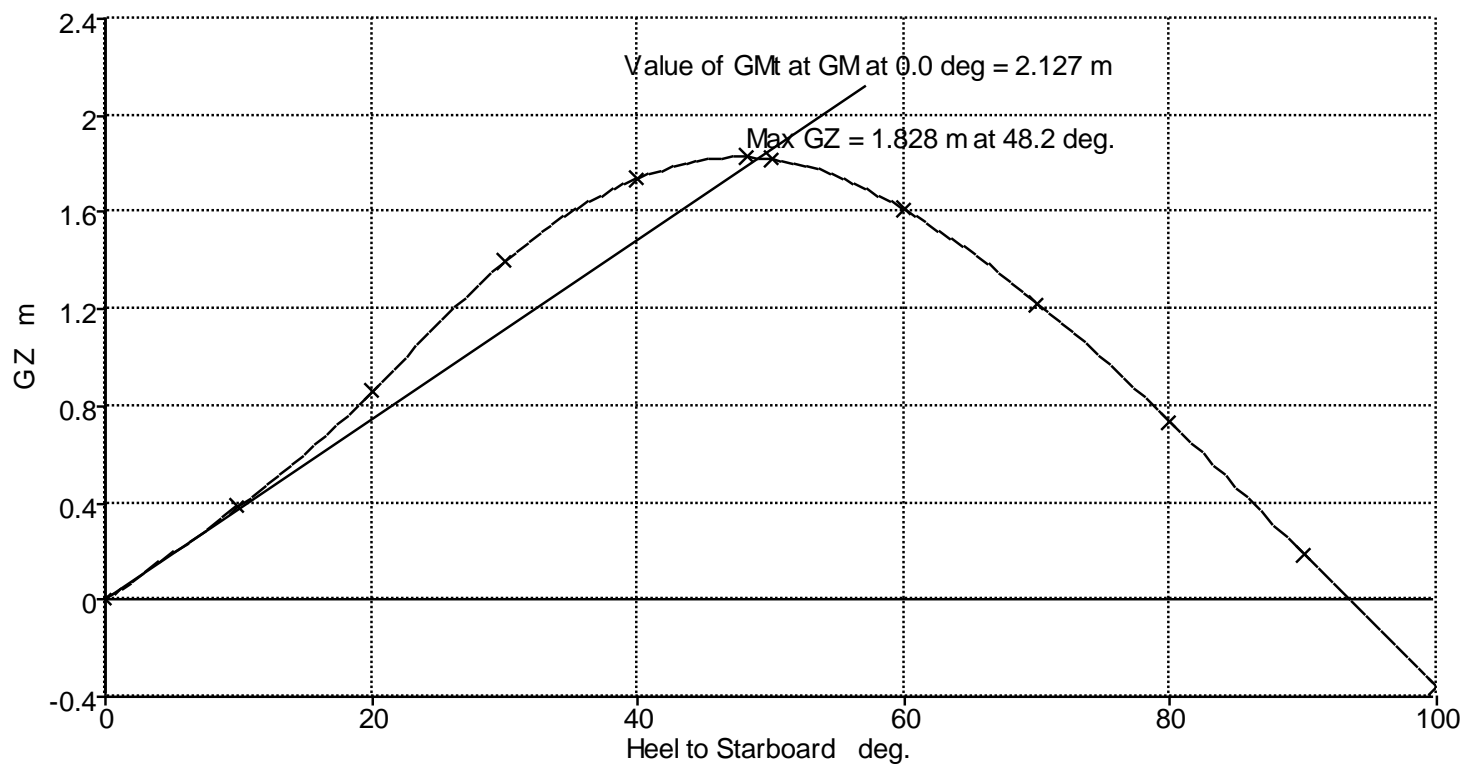
Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 <sup>3</sup>	Moment tonne.mx10 <sup>3</sup>
C 0	0.000	62.611	128.488	65.877	0.384	1.244
C 0.5	4.881	106.935	175.700	68.765	0.719	4.004
C 1	9.762	62.624	187.284	124.659	0.840	8.053
C 1.5	14.642	104.477	197.259	92.782	1.292	13.391
C 2	19.523	139.531	162.496	22.965	1.524	20.415
C 2.5	24.404	168.155	175.196	7.041	1.531	27.812
C 3	29.285	327.760	353.021	25.261	1.389	34.801
C 3.5	34.165	347.654	309.486	-38.168	1.000	41.409
C 4	39.046	363.910	343.505	-20.405	0.853	45.961
C 5	48.808	384.568	361.802	-22.766	0.642	53.442
C 6	58.569	391.141	348.460	-42.681	0.307	58.445
C 7	68.331	389.177	362.046	-27.131	0.031	60.246
C 8	78.092	384.609	347.210	-37.399	-0.270	59.377
C 9	87.854	378.851	360.796	-18.054	-0.504	55.609
C 10	97.615	372.770	345.960	-26.810	-0.676	50.071
C 11	107.377	366.592	359.546	-7.046	-0.835	42.659
C 12	117.138	360.365	358.921	-1.444	-0.877	34.435
C 13	126.900	354.049	358.296	4.247	-0.949	25.556
C 14	136.661	347.321	357.671	10.350	-0.878	16.772
C 15	146.423	339.147	357.046	17.899	-0.829	8.652
C 16	156.184	326.770	356.421	29.651	-0.602	1.764
C 17	165.946	304.082	333.932	29.850	-0.295	-2.389
C 18	175.707	261.797	310.795	48.998	0.120	-3.185
C 18.5	180.588	228.503	277.732	49.230	0.362	-1.912
C 19	185.469	183.929	214.710	30.781	0.569	0.496
C 19.5	190.349	128.905	37.164	-91.741	0.091	2.324
C 20	195.230	72.706	36.860	-35.846	-0.222	1.997

### 22.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

#### **Loadcase - Avería Cámara de Máquinas**

**Loadcase – Salida averías, Damage Case –Cámara de Máquinas:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged – Cámara de Máquinas



Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	60645	60644	60649	60646	60646	60646	60646	60646	60646	60646
Draft at FP m	10.493	10.514	10.564	10.517	10.632	11.063	11.714	12.917	16.378	N/A
Draft at AP m	14.646	14.595	14.461	14.587	15.503	17.321	20.398	26.332	43.580	N/A
WL Length m	201.179	201.229	201.586	201.985	202.704	203.389	204.272	206.201	207.064	207.009
Immersed Depth m	14.432	15.236	16.765	17.965	19.105	20.010	20.442	20.339	19.725	19.075
WL Beam m	29.100	29.549	30.967	32.472	29.635	25.326	22.637	20.991	20.157	19.993
Wetted Area m^2	9554.647	9562.295	9540.702	9847.954	10170.402	10329.834	10391.826	10436.877	10469.638	10490.796
Waterpl. Area m^2	5073.851	5155.683	5401.016	5243.548	4919.292	4449.951	4027.617	3758.918	3604.767	3515.175
Prismatic Coeff.	0.770	0.771	0.774	0.778	0.781	0.785	0.788	0.784	0.783	0.786
Block Coeff.	0.700	0.653	0.565	0.502	0.516	0.574	0.626	0.672	0.719	0.749
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	98.801	98.801	98.806	98.803	98.796	98.783	98.768	98.756	98.748	98.749
VCB from DWL m	-6.084	-6.061	-6.005	-6.036	-6.429	-7.059	-7.662	-8.139	-8.450	-8.565
GZ m	0.001	0.386	0.856	1.397	1.739	1.821	1.615	1.226	0.734	0.191
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	97.072	97.174	97.721	103.481	105.407	105.070	105.085	105.188	105.646	107.019
TCF to zero pt. m	0.000	2.339	4.603	5.185	4.837	5.682	6.992	8.165	9.118	9.865
Max deck inclination deg	1.2	10.1	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	1.2	1.2	1.1	1.2	1.4	1.8	2.5	3.9	7.9	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.1: Range of residual positive stability</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	93.5	deg	93.5	
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>15.0</b>	<b>deg</b>	93.5	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.2: Area under residual GZ curve</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	93.5	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.859</b>	<b>m.deg</b>	<b>49.9290</b>	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.3: Maximum residual GZ</b>				<b>Pass</b>
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	0,0	deg	0,0	
	angle of equilibrium	n/a	deg		
	to the lesser of spec. heel angle	180,0	deg		
	angle of max. GZ	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,100</b>	<b>m</b>	<b>1.828</b>	<b>Pass</b>
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	48.2	
SOLAS, II-1/8	<b>8.6.1 Residual GM with symmetrical flooding</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle	0,0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,050</b>	<b>m</b>	<b>2.127</b>	<b>Pass</b>

**23.- AVERIA BODEGA N°7****23.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

**Loadcase – Averias, Damage Case–Bodega 7:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 7, Escotilla 7, Lastre 7 Estribor, Lastre 7 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	0.000	9.400	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	0.000	7.420	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	Damaged							
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	Damaged							
Lastre 7 Babor	Damaged							
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum



Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	Damaged							
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Cámara de Máquinas	0%	2848.039	0.000	17.035	0.000	9.988	0.000	Maximum
Total Loadcase:			54083.688	105.412	-0.001	9.810	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						9.810		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.318	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	105.369
Displacement tonne	54085	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	101.191
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.290
Draft at FP m	11.106	KG fluid m	9.810
Draft at AP m	13.529	BMt m	5.367
Draft at LCF m	12.272	BML m	250.712
Trim (+ve by stern) m	2.423	GMt corrected m	1.847
WL Length m	200.896	GML corrected m	247.192
WL Beam m	29.100	KMt m	11.657
Wetted Area m <sup>2</sup>	9413.375	KML m	257.002
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4638.623	Immersion (TPc) tonne/cm	47.546
Prismatic Coeff.	0.719	MTc tonne.m	685.334
Block Coeff.	0.673	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1743.245
Midship Area Coeff.	0.990	Max deck inclination deg	0.7
Waterpl. Area Coeff.	0.793	Trim angle (+ve by stern) deg	0.7

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	8.6.2: Heel angle at equilibrium for unsymmetrical flooding				Pass
	the angle of shall be greater than ( $\leq$ )	Heel 7.0	deg	0.0	Pass
SOLAS, II-1/8	8.6.3: Margin line immersion				Pass
	the min. freeboard of the shall be greater than ( $>$ )	Marginline 0.000	m	4.861	Pass

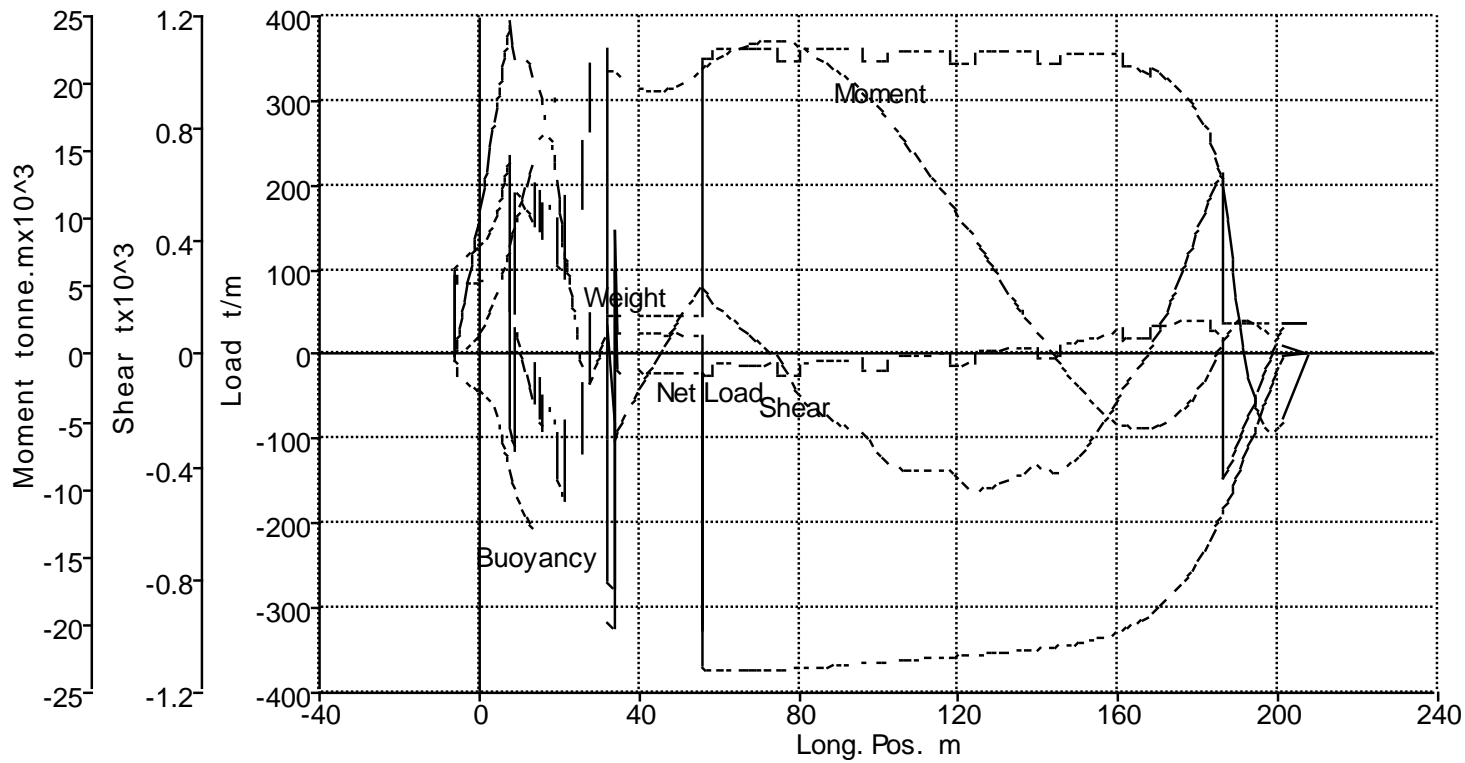
**23.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase – Averia Bodega 7**

**Loadcase – Salida averias, Damage Case –Bodega 7:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG  
 Compartments Damaged – Bodega 7, Escotilla 7, Lastre 7 Estribor, Lastre 7 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	9.400
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	9.000	25.000	0.000	7.420
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	Damaged							
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	Damaged							
Lastre 7 Babor	Damaged							
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316			6.003	14.774

Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	Damaged					
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010

Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010
Cámara de Máquinas	0%	2848.039	0.000	17.035	0.000	9.988
Total Loadcase			54083.688	105.412	-0.001	9.810

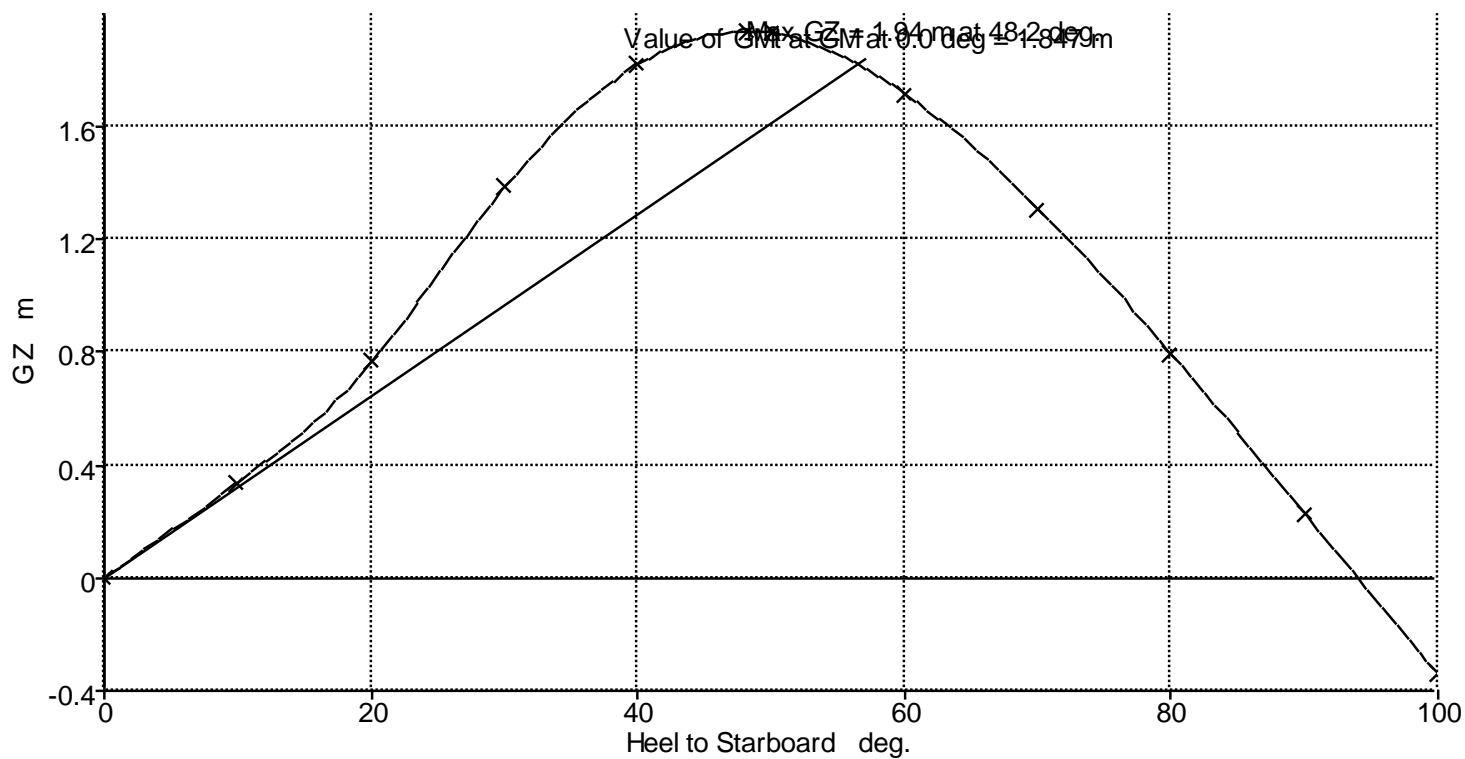


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 <sup>3</sup>	Moment tonne.mx10 <sup>3</sup>
C 0	0.000	42.652	128.488	85.835	0.495	1.548
C 0.5	4.881	85.664	175.700	90.036	0.930	5.082
C 1	9.762	173.678	187.284	13.606	1.058	10.373
C 1.5	14.642	219.876	197.259	-22.617	0.952	15.412
C 2	19.523	253.576	162.496	-91.080	0.624	19.396
C 2.5	24.404	281.059	175.196	-105.863	0.078	21.035
C 3	29.285	305.058	353.021	47.963	-0.034	20.816
C 3.5	34.165	-9.080	46.889	55.969	-0.273	20.741
C 4	39.046	20.840	46.585	25.745	-0.145	19.792
C 5	48.808	21.793	45.977	24.184	0.092	19.679
C 6	58.569	373.449	348.460	-24.989	0.177	21.606
C 7	68.331	373.968	362.046	-11.922	0.062	22.903
C 8	78.092	371.953	347.210	-24.742	-0.103	22.978
C 9	87.854	368.772	360.796	-7.976	-0.225	21.361
C 10	97.615	365.274	345.960	-19.313	-0.311	18.933
C 11	107.377	361.679	359.546	-2.133	-0.409	15.346
C 12	117.138	358.034	358.921	0.887	-0.415	11.415
C 13	126.900	354.301	358.296	3.995	-0.476	7.051
C 14	136.661	350.152	357.671	7.519	-0.421	2.757
C 15	146.423	344.530	357.046	12.516	-0.411	-1.140
C 16	156.184	334.578	356.421	21.843	-0.248	-4.319
C 17	165.946	313.881	333.932	20.050	-0.027	-5.503
C 18	175.707	272.570	310.795	38.225	0.286	-4.258
C 18.5	180.588	239.058	277.732	38.674	0.476	-2.345
C 19	185.469	193.484	214.710	21.226	0.634	0.454
C 19.5	190.349	136.154	37.164	-98.991	0.115	2.448
C 20	195.230	74.239	36.860	-37.379	-0.221	2.122

### 23.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

#### Loadcase - Averia Bodega 7

**Loadcase – Salida averias, Damage Case – Bodega 7:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG  
 Compartments Damaged – Bodega 7, Escotilla 7, Lastre 7 Estribor, Lastre 7 Babor



Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	54085	54084	54084	54084	54084	54084	54084	54084	54084	54084
Draft at FP m	11.106	11.125	11.180	11.255	11.607	12.417	13.682	16.058	22.914	N/A
Draft at AP m	13.529	13.477	13.311	13.058	13.356	14.233	15.738	18.699	27.402	N/A
WL Length m	200.896	200.922	200.984	200.940	201.194	202.507	205.337	206.865	207.072	206.403
Immersed Depth m	13.404	14.653	16.218	17.331	18.315	19.049	19.296	19.031	18.284	17.305
WL Beam m	29.100	29.549	30.966	32.020	29.477	25.320	22.552	20.941	20.100	19.911
Wetted Area m <sup>2</sup>	9413.375	9420.135	9444.425	9609.009	9925.259	10054.402	10089.951	10110.483	10122.310	10131.173
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4638.623	4715.484	4993.434	5102.305	4714.895	4189.669	3787.066	3542.999	3416.305	3388.845
Prismatic Coeff.	0.719	0.721	0.726	0.738	0.751	0.759	0.757	0.757	0.760	0.765
Block Coeff.	0.673	0.607	0.523	0.473	0.486	0.540	0.590	0.640	0.693	0.742
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	105.369	105.370	105.376	105.383	105.384	105.386	105.387	105.389	105.391	105.395
VCB from DWL m	-5.930	-5.908	-5.851	-5.798	-6.105	-6.658	-7.177	-7.587	-7.854	-7.959
GZ m	0.001	0.337	0.765	1.385	1.820	1.935	1.721	1.314	0.797	0.228
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	101.191	101.345	101.269	103.912	106.207	106.505	106.517	106.465	106.309	106.177
TCF to zero pt. m	0.000	2.296	4.632	5.811	5.278	6.266	7.504	8.565	9.376	9.916
Max deck inclination deg	0.7	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.8	1.3	N/A



Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.1: Range of residual positive stability</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	94.0	deg	94.0	
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>15.0</b>	<b>deg</b>	94.0	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.2: Area under residual GZ curve</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	94.0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.859</b>	<b>m.deg</b>	<b>49.5538</b>	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.3: Maximum residual GZ</b>				<b>Pass</b>
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	0,0	deg	0,0	
	angle of equilibrium	n/a	deg		
	to the lesser of spec. heel angle	180,0	deg		
	angle of max. GZ	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,100</b>	<b>m</b>	<b>1.940</b>	<b>Pass</b>
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	48.2	
SOLAS, II-1/8	<b>8.6.1 Residual GM with symmetrical flooding</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle	0,0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,050</b>	<b>m</b>	<b>1.847</b>	<b>Pass</b>

**24.- AVERIA BODEGA N°6****24.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

**Loadcase – Averias, Damage Case–Bodega 6:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 6, Escotilla 6, Lastre 6 Estribor, Lastre 6 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	0.000	9.400	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	0.000	7.420	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	Damaged							
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	Damaged							
Lastre 6 Babor	Damaged							
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum

Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	Damaged							
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Cámara de Máquinas	0%	2848.039	0.000	17.035	0.000	9.988	0.000	Maximum
Total Loadcase:			53830.538	102.973	-0.001	9.816	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						9.816		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.341	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	102.926
Displacement tonne	53832	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	98.692
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.334
Draft at FP m	11.204	KG fluid m	9.816
Draft at AP m	13.479	BMt m	5.307
Draft at LCF m	12.328	BML m	272.197
Trim (+ve by stern) m	2.275	GMt corrected m	1.825
WL Length m	200.888	GML corrected m	268.715
WL Beam m	29.100	KMt m	11.641
Wetted Area m^2	9420.679	KML m	278.532
Waterpl. Area m^2	4615.468	Immersion (TPc) tonne/cm	47.309
Prismatic Coeff.	0.716	MTc tonne.m	741.521
Block Coeff.	0.672	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1714.231
Midship Area Coeff.	0.990	Max deck inclination deg	0.7
Waterpl. Area Coeff.	0.790	Trim angle (+ve by stern) deg	0.7

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	8.6.2: Heel angle at equilibrium for unsymmetrical flooding				Pass
	the angle of shall be greater than ( $\leq$ )	Heel 7.0	deg	0.0	Pass
SOLAS, II-1/8	8.6.3: Margin line immersion				Pass
	the min. freeboard of the shall be greater than ( $>$ )	Marginline 0.000	m	4.916	Pass

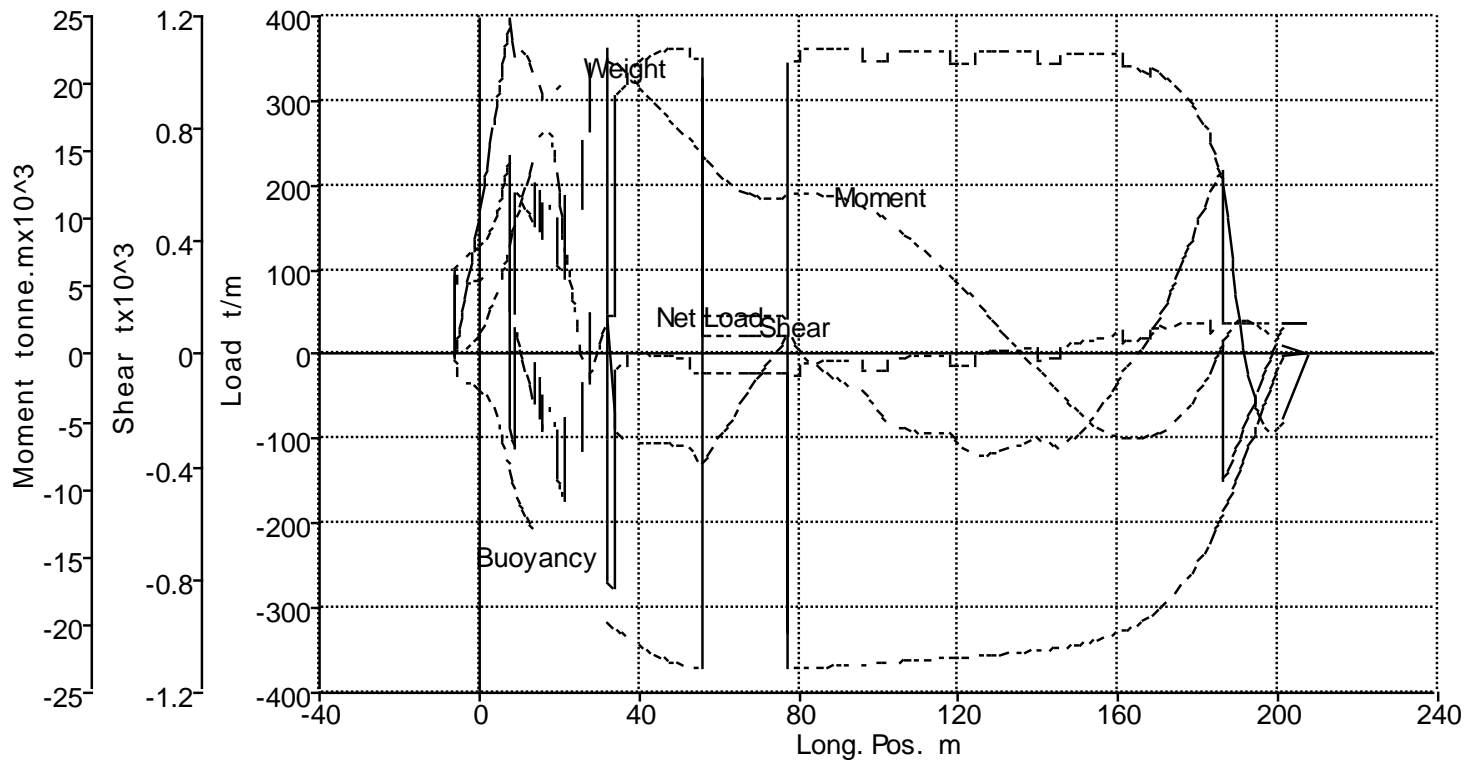
**24.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase – Averia Bodega 6**

**Loadcase – Salida averias, Damage Case –Bodega 6:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG  
 Compartments Damaged – Bodega 6, Escotilla 6, Lastre 6 Estribor, Lastre 6 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	9.400
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	9.000	25.000	0.000	7.420
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	Damaged							
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	Damaged							
Lastre 6 Babor	Damaged							
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316			6.003	14.774

Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	Damaged					
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010

Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010
Cámara de Máquinas	0%	2848.039	0.000	17.035	0.000	9.988
Total Loadcase			53830.538	102.973	-0.001	9.816



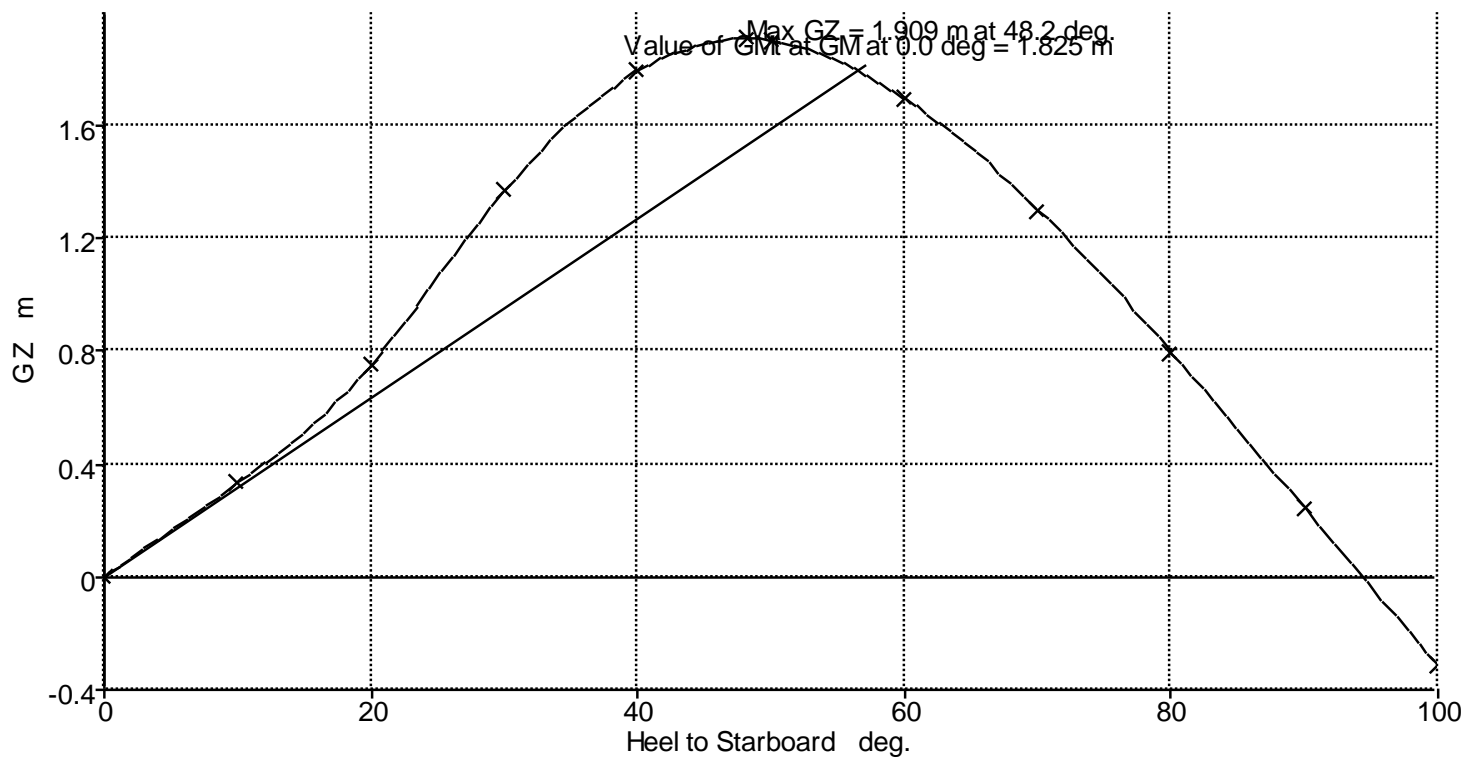
Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 <sup>3</sup>	Moment tonne.mx10 <sup>3</sup>
C 0	0.000	41.807	128.488	86.681	0.499	1.563
C 0.5	4.881	84.780	175.700	90.920	0.939	5.133
C 1	9.762	172.772	187.284	14.512	1.071	10.481
C 1.5	14.642	218.987	197.259	-21.728	0.969	15.597
C 2	19.523	252.724	162.496	-90.228	0.646	19.680
C 2.5	24.404	280.260	175.196	-105.063	0.104	21.438
C 3	29.285	304.322	353.021	48.699	-0.005	21.358
C 3.5	34.165	324.731	309.486	-15.245	-0.280	21.431
C 4	39.046	341.688	343.505	1.816	-0.317	19.993
C 5	48.808	364.262	361.802	-2.460	-0.319	17.060
C 6	58.569	23.062	45.369	22.307	-0.328	13.792
C 7	68.331	23.014	44.761	21.748	-0.114	11.771
C 8	78.092	372.222	347.210	-25.012	0.057	11.795
C 9	87.854	369.263	360.796	-8.466	-0.069	11.727
C 10	97.615	365.985	345.960	-20.024	-0.160	10.803
C 11	107.377	362.611	359.546	-3.064	-0.267	8.652
C 12	117.138	359.186	358.921	-0.265	-0.283	6.068
C 13	126.900	355.674	358.296	2.622	-0.357	2.941
C 14	136.661	351.745	357.671	5.927	-0.316	-0.246
C 15	146.423	346.333	357.046	10.713	-0.322	-3.189
C 16	156.184	336.564	356.421	19.857	-0.178	-5.585
C 17	165.946	315.973	333.932	17.959	0.022	-6.174
C 18	175.707	274.601	310.795	36.194	0.316	-4.533
C 18.5	180.588	240.954	277.732	36.778	0.496	-2.495
C 19	185.469	195.129	214.710	19.580	0.645	0.384
C 19.5	190.349	137.353	37.164	-100.189	0.119	2.420
C 20	195.230	74.472	36.860	-37.612	-0.221	2.107



### 24.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

#### Loadcase - Averia Bodega 6

**Loadcase – Salida averías, Damage Case – Bodega 6:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG  
 Compartments Damaged – Bodega 6, Escotilla 6, Lastre 6 Estribor, Lastre 6 Babor



Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	53832	53834	53831	53830	53831	53831	53831	53831	53831	53831
Draft at FP m	11.204	11.223	11.268	11.306	11.632	12.417	13.640	15.943	22.596	N/A
Draft at AP m	13.479	13.426	13.269	13.049	13.352	14.240	15.796	18.857	27.844	N/A
WL Length m	200.888	200.912	200.975	200.882	201.163	202.507	205.316	206.857	207.084	206.450
Immersed Depth m	13.362	14.648	16.224	17.342	18.321	19.051	19.305	19.048	18.308	17.346
WL Beam m	29.100	29.549	30.966	31.949	29.461	25.320	22.554	20.942	20.103	19.918
Wetted Area m^2	9420.679	9427.760	9452.243	9619.749	9929.655	10055.601	10091.072	10113.501	10126.328	10136.187
Waterpl. Area m^2	4615.468	4691.112	4961.672	5067.244	4680.803	4179.021	3784.602	3542.280	3416.619	3389.418
Prismatic Coeff.	0.716	0.718	0.722	0.734	0.747	0.755	0.753	0.752	0.755	0.760
Block Coeff.	0.672	0.604	0.520	0.472	0.484	0.538	0.587	0.636	0.689	0.736
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	102.926	102.934	102.940	102.945	102.946	102.947	102.947	102.948	102.949	102.952
VCB from DWL m	-5.944	-5.920	-5.855	-5.790	-6.080	-6.620	-7.134	-7.543	-7.811	-7.919
GZ m	0.001	0.333	0.754	1.368	1.792	1.905	1.700	1.304	0.800	0.243
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	98.692	98.866	99.007	101.891	104.042	104.111	104.097	104.040	103.914	103.808
TCF to zero pt. m	0.000	2.321	4.664	5.866	5.354	6.287	7.505	8.561	9.373	9.915
Max deck inclination deg	0.7	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.9	1.5	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.1: Range of residual positive stability</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	94.3	deg	94.3	
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>15.0</b>	<b>deg</b>	94.3	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.2: Area under residual GZ curve</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	94.0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.859</b>	<b>m.deg</b>	<b>48.8458</b>	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.3: Maximum residual GZ</b>				<b>Pass</b>
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	0,0	deg	0,0	
	angle of equilibrium	n/a	deg		
	to the lesser of spec. heel angle	180,0	deg		
	angle of max. GZ	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,100</b>	<b>m</b>	<b>1.909</b>	<b>Pass</b>
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	48.2	
SOLAS, II-1/8	<b>8.6.1 Residual GM with symmetrical flooding</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle	0,0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,050</b>	<b>m</b>	<b>1.825</b>	<b>Pass</b>

## 25.- AVERIA BODEGA N°5

### 25.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase – Averias, Damage Case–Bodega 5: Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 5, Escotilla 5, Lastre 5 Estribor, Lastre 5 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	0.000	9.400	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	0.000	7.420	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	Damaged							
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	Damaged							
Lastre 5 Babor	Damaged							
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum

Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	Damaged							
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Cámara de Máquinas	0%	2848.039	0.000	17.035	0.000	9.988	0.000	Maximum
Total Loadcase:			53831.372	100.219	-0.001	9.818	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						9.818		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.324	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.188
Displacement tonne	53830	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	95.990
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.340
Draft at FP m	11.307	KG fluid m	9.818
Draft at AP m	13.340	BMt m	5.290
Draft at LCF m	12.340	BML m	281.298
Trim (+ve by stern) m	2.034	GMt corrected m	1.812
WL Length m	200.882	GML corrected m	277.820
WL Beam m	29.100	KMt m	11.630
Wetted Area m^2	9408.201	KML m	287.638
Waterpl. Area m^2	4608.162	Immersion (TPc) tonne/cm	47.234
Prismatic Coeff.	0.719	MTc tonne.m	766.620
Block Coeff.	0.679	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1702.226
Midship Area Coeff.	0.990	Max deck inclination deg	0.6
Waterpl. Area Coeff.	0.788	Trim angle (+ve by stern) deg	0.6

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	8.6.2: Heel angle at equilibrium for unsymmetrical flooding				Pass
	the angle of shall be greater than ( $\leq$ )	Heel 7.0	deg	0.0	Pass
SOLAS, II-1/8	8.6.3: Margin line immersion				Pass
	the min. freeboard of the shall be greater than ( $>$ )	Marginline 0.000	m	5.062	Pass

**25.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase – Averia Bodega 5**

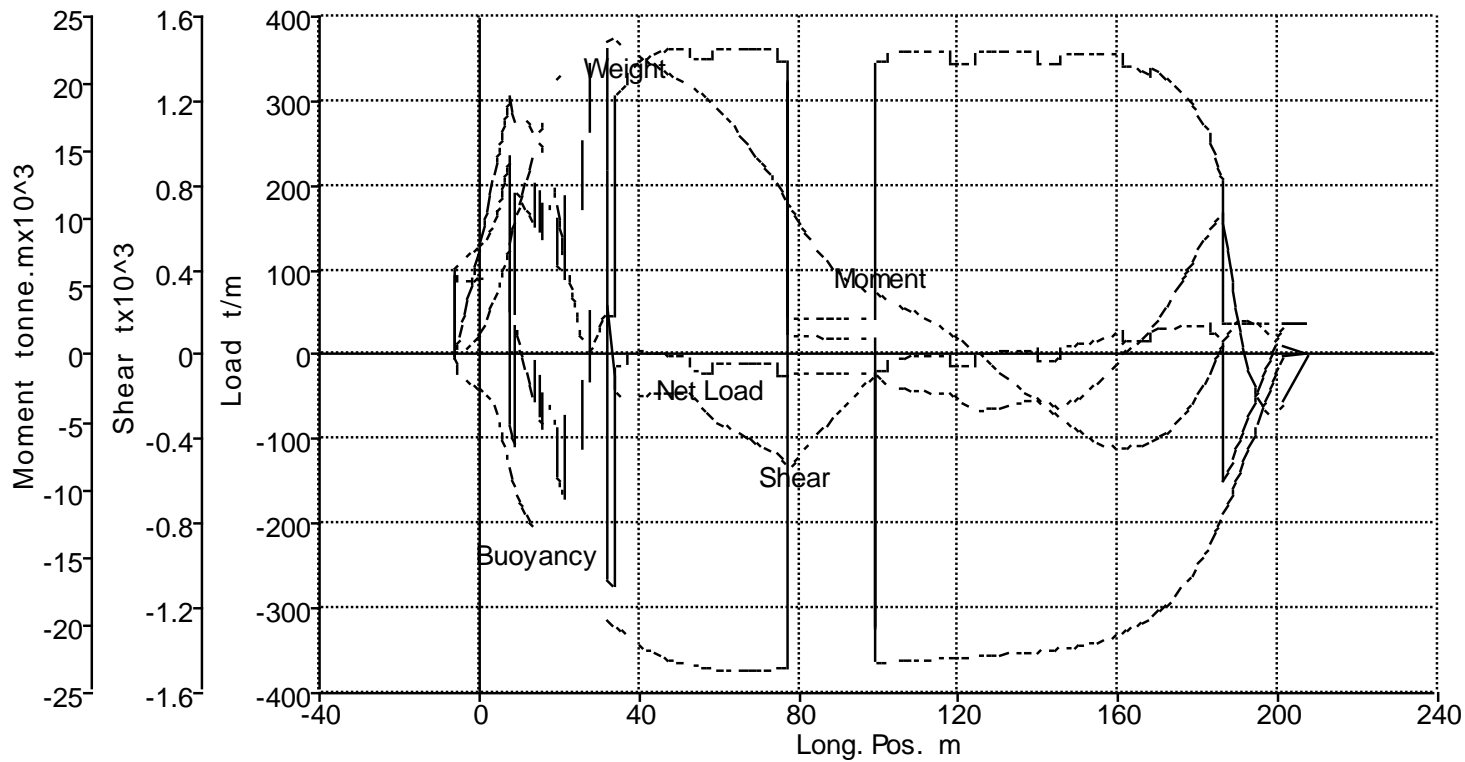
**Loadcase – Salida averias, Damage Case –Bodega 5:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG  
 Compartments Damaged – Bodega 5, Escotilla 5, Lastre 5 Estribor, Lastre 5 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	9.400
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	9.000	25.000	0.000	7.420
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	Damaged							
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	Damaged							
Lastre 5 Babor	Damaged							
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316			6.003	14.774

Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	Damaged					
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010



Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010
Cámara de Máquinas	0%	2848.039	0.000	17.035	0.000	9.988
Total Loadcase			53831.372	100.219	-0.001	9.818

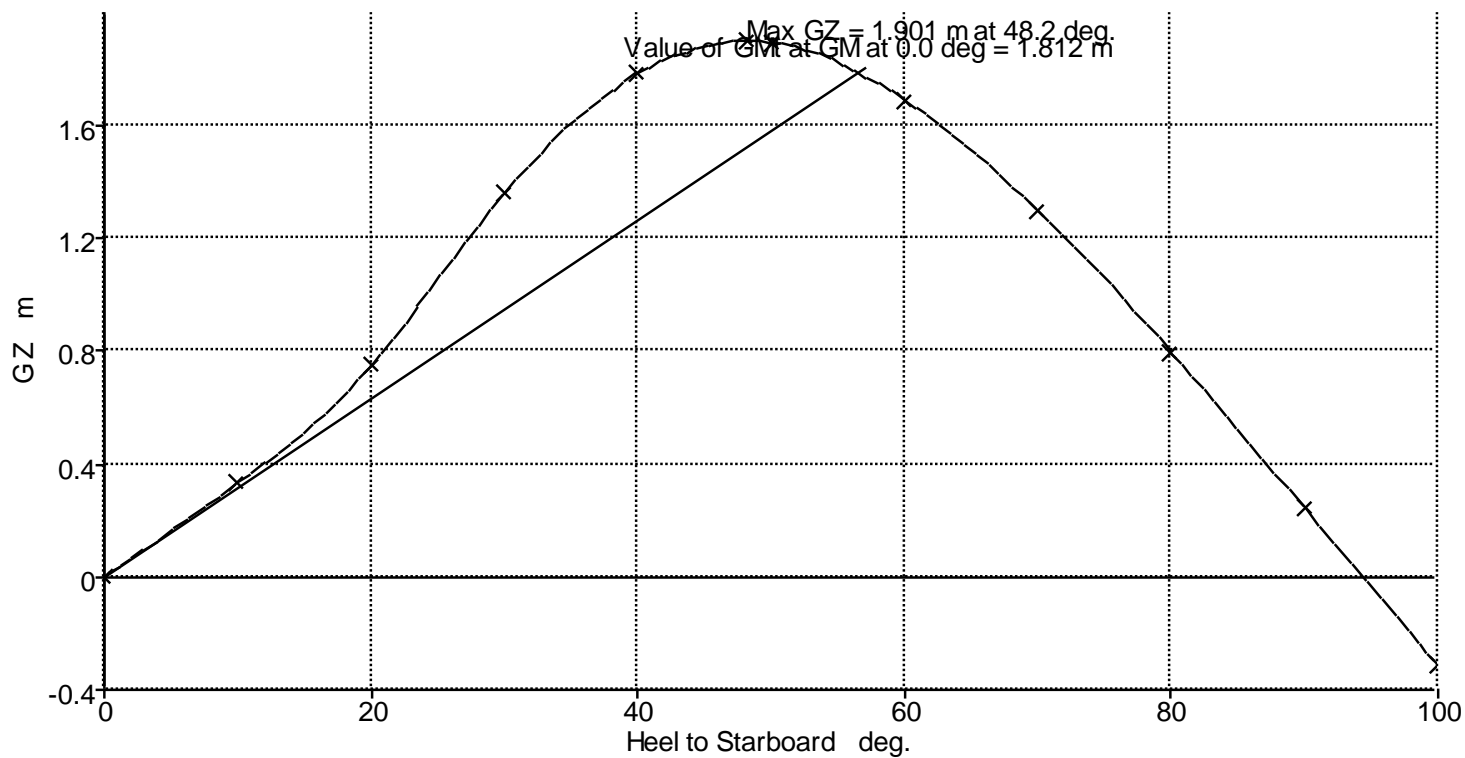


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 <sup>3</sup>	Moment tonne.mx10 <sup>3</sup>
C 0	0.000	39.493	128.488	88.995	0.512	1.568
C 0.5	4.881	82.273	175.700	93.426	0.964	5.202
C 1	9.762	170.099	187.284	17.185	1.108	10.674
C 1.5	14.642	216.246	197.259	-18.987	1.020	15.979
C 2	19.523	249.966	162.496	-87.470	0.710	20.315
C 2.5	24.404	277.520	175.196	-102.324	0.181	22.392
C 3	29.285	301.626	353.021	51.395	0.085	22.695
C 3.5	34.165	322.105	309.486	-12.619	-0.177	23.217
C 4	39.046	339.157	343.505	4.348	-0.202	22.289
C 5	48.808	361.985	361.802	-0.183	-0.180	20.556
C 6	58.569	371.320	348.460	-22.859	-0.308	18.493
C 7	68.331	372.407	362.046	-10.361	-0.404	15.114
C 8	78.092	23.079	44.154	21.074	-0.521	10.676
C 9	87.854	22.945	43.546	20.600	-0.317	6.676
C 10	97.615	22.796	42.938	20.142	-0.118	4.640
C 11	107.377	362.439	359.546	-2.893	-0.166	3.386
C 12	117.138	359.376	358.921	-0.455	-0.182	1.754
C 13	126.900	356.224	358.296	2.072	-0.260	-0.437
C 14	136.661	352.654	357.671	5.017	-0.225	-2.742
C 15	146.423	347.597	357.046	9.449	-0.243	-4.890
C 16	156.184	338.158	356.421	18.263	-0.113	-6.610
C 17	165.946	317.820	333.932	16.112	0.071	-6.676
C 18	175.707	276.532	310.795	34.263	0.345	-4.685
C 18.5	180.588	242.813	277.732	34.920	0.516	-2.541
C 19	185.469	196.788	214.710	17.922	0.656	0.400
C 19.5	190.349	138.589	37.164	-101.425	0.123	2.458
C 20	195.230	74.714	36.860	-37.855	-0.221	2.140

### 25.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

#### Loadcase - Averia Bodega 5

**Loadcase – Salida averias, Damage Case – Bodega 5:** Free to Trim, Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>), Fluid analysis method: Use corrected VCG  
 Compartments Damaged – Bodega 5, Escotilla 5, Lastre 5 Estribor, Lastre 5 Babor



Heel to Starboard degrees	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement tonne	53830	53828	53831	53831	53831	53831	53835	53835	53835	53831
Draft at FP m	11.307	11.319	11.358	11.364	11.655	12.404	13.587	15.820	22.282	N/A
Draft at AP m	13.340	13.295	13.151	12.970	13.305	14.233	15.840	18.982	28.189	N/A
WL Length m	200.882	200.904	200.969	200.877	201.136	202.495	205.290	206.848	207.097	206.495
Immersed Depth m	13.236	14.589	16.185	17.317	18.304	19.045	19.308	19.057	18.322	17.376
WL Beam m	29.100	29.549	30.966	31.901	29.457	25.320	22.555	20.944	20.107	19.924
Wetted Area m <sup>2</sup>	9408.201	9415.708	9442.753	9612.719	9924.422	10052.231	10089.223	10113.361	10126.896	10136.855
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4608.162	4684.126	4940.955	5061.849	4674.722	4178.490	3784.894	3541.962	3416.623	3389.698
Prismatic Coeff.	0.719	0.721	0.725	0.735	0.748	0.755	0.753	0.752	0.754	0.759
Block Coeff.	0.679	0.606	0.521	0.473	0.484	0.538	0.587	0.636	0.688	0.735
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.188	100.185	100.189	100.193	100.193	100.193	100.192	100.192	100.192	100.194
VCB from DWL m	-5.955	-5.930	-5.865	-5.796	-6.080	-6.619	-7.134	-7.543	-7.812	-7.920
GZ m	0.001	0.331	0.749	1.360	1.784	1.897	1.694	1.301	0.798	0.244
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	95.990	96.161	96.469	99.451	101.433	101.554	101.630	101.608	101.522	101.440
TCF to zero pt. m	0.000	2.326	4.633	5.883	5.366	6.282	7.499	8.558	9.372	9.916
Max deck inclination deg	0.6	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.9	1.7	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.1: Range of residual positive stability</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	94.4	deg	94.4	
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>15.0</b>	<b>deg</b>	94.4	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.2: Area under residual GZ curve</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	94.4	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.859</b>	<b>m.deg</b>	<b>48.5827</b>	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.3: Maximum residual GZ</b>				<b>Pass</b>
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	0,0	deg	0,0	
	angle of equilibrium	n/a	deg		
	to the lesser of spec. heel angle	180,0	deg		
	angle of max. GZ	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,100</b>	<b>m</b>	<b>1.901</b>	<b>Pass</b>
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	48.2	
SOLAS, II-1/8	<b>8.6.1 Residual GM with symmetrical flooding</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle	0,0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,050</b>	<b>m</b>	<b>1.812</b>	<b>Pass</b>

## 26.- AVERÍA BODEGA N°4

### 26.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase - Salida averias

Damage Case - Bodega 4: Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 4, Lastre 4 Estribor, Lastre 4 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	0.000	9.400	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	0.000	7.420	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilidadación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	Damaged							
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	Damaged							
Lastre 4 Babor	Damaged							
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum

Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	Damaged							

Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
<b>Total Loadcase:</b>			53832.207	97.466	-0.001	9.820	0.000	
<b>FS correction:</b>						0.000		
<b>VCG fluid:</b>						9.820		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.298	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	97.448
Displacement tonne	53828	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	93.245
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.338
Draft at FP m	11.369	KG fluid m	9.820
Draft at AP m	13.227	BMt m	5.282
Draft at LCF m	12.339	BML m	278.434
Trim (+ve by stern) m	1.858	GMt corrected m	1.801
WL Length m	200.881	GML corrected m	274.953
WL Beam m	29.100	KMt m	11.620
Wetted Area m <sup>2</sup>	9393.891	KML m	284.772
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4603.741	Immersion (TPc) tonne/cm	47.188
Prismatic Coeff.	0.722	MTc tonne.m	758.685
Block Coeff.	0.684	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1691.686
Midship Area Coeff.	0.992	Max deck inclination deg	0.5
Waterpl. Area Coeff.	0.788	Trim angle (+ve by stern) deg	0.5

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	8.6.2: Heel angle at equilibrium for unsymmetrical flooding				Pass
	the angle of shall be greater than ( $\leq$ )	Heel 7.0	deg	0.0	Pass
SOLAS, II-1/8	8.6.3: Margin line immersion				Pass
	the min. freeboard of the shall be greater than ( $>$ )	Marginline 0.000	m	5.181	Pass



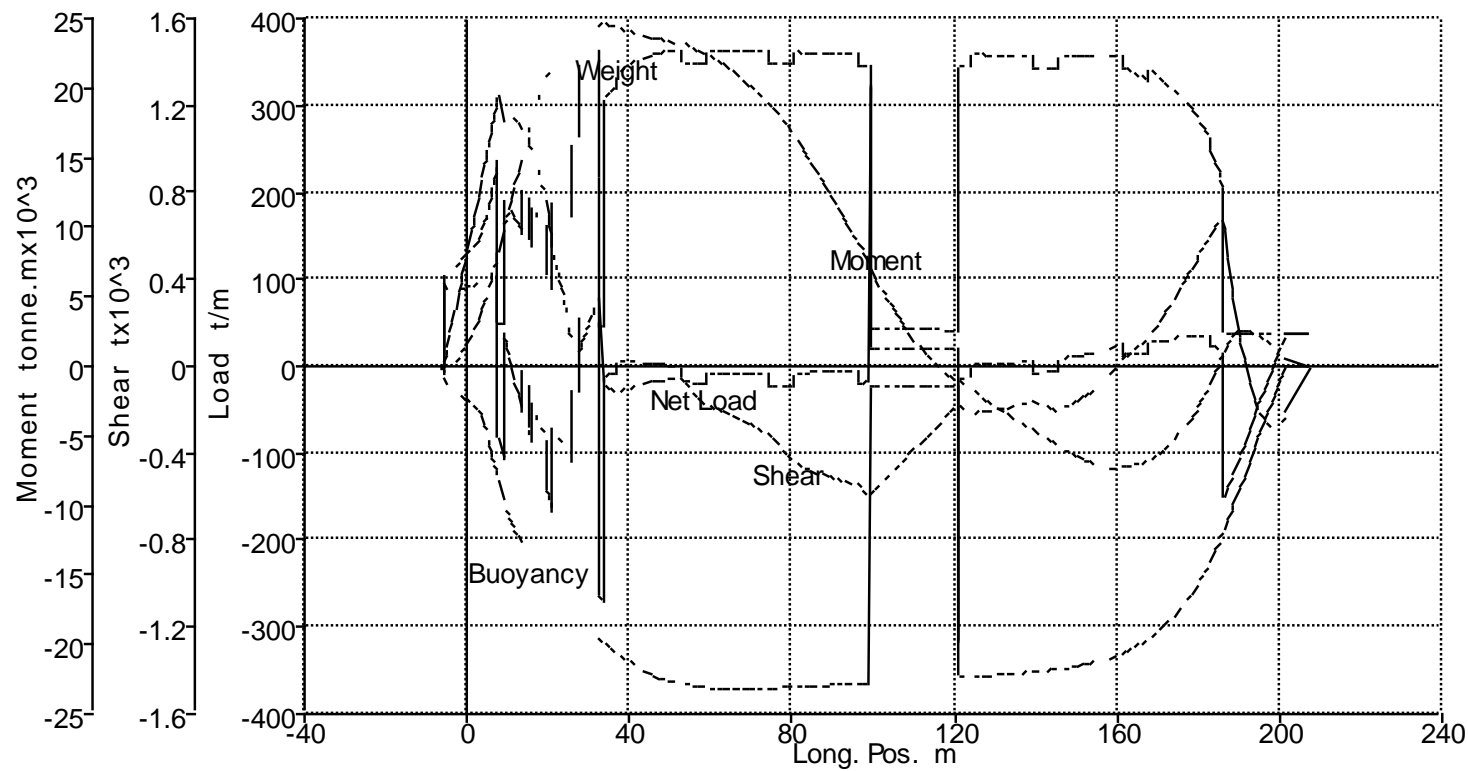
**26.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Averia Bodega n° 4****Damage Case - Bodega 4:** Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 4, Lastre 4 Estribor, Lastre 4 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	9.400
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	9.000	25.000	0.000	7.420
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	Damaged							
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	Damaged							
Lastre 4 Babor	Damaged							
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316			6.003	14.774

Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	Damaged					
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010

Escotilla 1	Total Loadcase	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010
				53832.207	97.466	-0.001	9.820

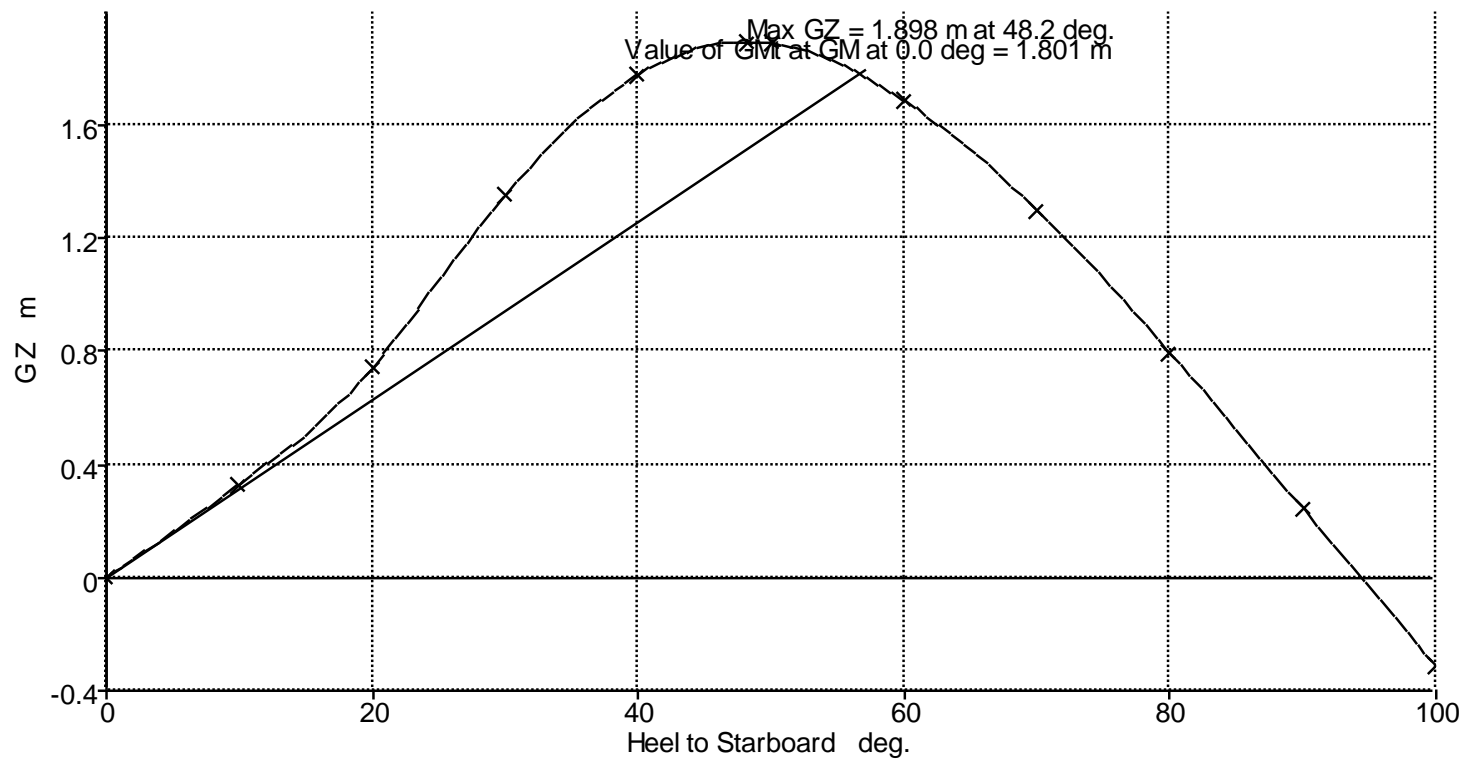


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 <sup>3</sup>	Moment tonne.mx10 <sup>3</sup>
C 0	0.000	37.637	128.488	90.851	0.522	1.569
C 0.5	4.881	80.243	175.700	95.457	0.983	5.254
C 1	9.762	167.913	187.284	19.371	1.138	10.826
C 1.5	14.642	213.987	197.259	-16.728	1.060	16.281
C 2	19.523	247.676	162.496	-85.180	0.761	20.822
C 2.5	24.404	275.226	175.196	-100.030	0.244	23.159
C 3	29.285	299.350	353.021	53.671	0.159	23.776
C 3.5	34.165	319.868	309.486	-10.381	-0.093	24.665
C 4	39.046	336.978	343.505	6.526	-0.106	24.159
C 5	48.808	359.977	361.802	1.825	-0.064	23.422
C 6	58.569	369.537	348.460	-21.076	-0.174	22.546
C 7	68.331	370.876	362.046	-8.829	-0.254	20.524
C 8	78.092	369.697	347.210	-22.487	-0.393	17.575
C 9	87.854	367.359	360.796	-6.562	-0.498	13.147
C 10	97.615	364.704	345.960	-18.743	-0.574	8.044
C 11	107.377	22.611	42.330	19.719	-0.434	2.954
C 12	117.138	22.473	41.722	19.250	-0.244	-0.297
C 13	126.900	356.261	358.296	2.036	-0.210	-2.249
C 14	136.661	352.952	357.671	4.719	-0.177	-4.103
C 15	146.423	348.154	357.046	8.892	-0.199	-5.827
C 16	156.184	338.961	356.421	17.460	-0.076	-7.178
C 17	165.946	318.825	333.932	15.107	0.099	-6.950
C 18	175.707	277.637	310.795	33.158	0.363	-4.760
C 18.5	180.588	243.897	277.732	33.836	0.528	-2.556
C 19	185.469	197.772	214.710	16.938	0.663	0.420
C 19.5	190.349	139.332	37.164	-102.168	0.125	2.490
C 20	195.230	74.861	36.860	-38.001	-0.221	2.166

### 26.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

#### Loadcase - Averia Bodega nº4

**Damage Case – Bodega 4:** Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG  
Compartments Damaged - Bodega 4, Lastre 4 Estribor, Lastre 4 Babor



Heel to Starboard degrees	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Displacement tonne	53828	53832	53832	53829	53834	53833	53832	53833	53833	53834
Draft at FP m	11.369	11.378	11.415	11.396	11.650	12.362	13.485	15.644	21.868	N/A
Draft at AP m	13.227	13.188	13.052	12.900	13.268	14.230	15.886	19.083	28.465	N/A
WL Length m	200.881	200.900	200.963	200.877	201.142	202.454	205.240	206.835	207.113	206.549
Immersed Depth m	13.132	14.539	16.146	17.289	18.285	19.034	19.301	19.053	18.326	17.394
WL Beam m	29.100	29.549	30.966	31.888	29.471	25.320	22.558	20.946	20.112	19.932
Wetted Area m <sup>2</sup>	9393.891	9402.492	9430.712	9601.147	9915.639	10044.587	10081.317	10107.288	10121.077	10132.025
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4603.741	4680.099	4925.402	5061.978	4674.627	4179.186	3786.025	3542.119	3417.091	3390.289
Prismatic Coeff.	0.722	0.724	0.728	0.737	0.749	0.756	0.753	0.752	0.754	0.758
Block Coeff.	0.684	0.609	0.523	0.474	0.485	0.538	0.588	0.636	0.688	0.733
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	97.448	97.434	97.439	97.441	97.440	97.439	97.424	97.436	97.436	97.437
VCB from DWL m	-5.961	-5.936	-5.869	-5.799	-6.081	-6.620	-7.135	-7.545	-7.813	-7.922
GZ m	0.001	0.329	0.745	1.354	1.779	1.893	1.692	1.299	0.796	0.242
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	93.245	93.410	93.759	96.936	98.769	98.996	99.175	99.176	99.132	99.074
TCF to zero pt. m	0.000	2.327	4.599	5.894	5.368	6.278	7.497	8.557	9.372	9.915
Max deck inclination deg	0.5	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.7	1.0	1.9	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.1: Range of residual positive stability</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	94.4	deg	94.4	
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>15.0</b>	<b>deg</b>	94.4	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.2: Area under residual GZ curve</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	94.4	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.859</b>	<b>m.deg</b>	<b>48.4097</b>	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.3: Maximum residual GZ</b>				<b>Pass</b>
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	0,0	deg		
	angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of spec. heel angle	180,0	deg		
	angle of max. GZ	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,100</b>	<b>m</b>	<b>1.898</b>	<b>Pass</b>
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	48.2	
SOLAS, II-1/8	<b>8.6.1 Residual GM with symmetrical flooding</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle	0,0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,050</b>	<b>m</b>	<b>1.801</b>	<b>Pass</b>

## 27.- AVERÍA BODEGA N°3

### 27.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase - Salida averias

Damage Case - Bodega 3: Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 3, Lastre 3 Estribor, Lastre 3 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	0.000	9.400	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	0.000	7.420	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	Damaged							
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	Damaged							
Lastre 3 Babor	Damaged							
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum



Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 3	Damaged							
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
<b>Total Loadcase:</b>			53833.043	94.713	-0.001	9.821	0.000	
<b>FS correction:</b>						0.000		
<b>VCG fluid:</b>						9.821		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.274	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	94.681
Displacement tonne	53836	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	90.457
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.336
Draft at FP m	11.383	KG fluid m	9.821
Draft at AP m	13.165	BMt m	5.278
Draft at LCF m	12.339	BML m	263.617
Trim (+ve by stern) m	1.781	GMt corrected m	1.793
WL Length m	200.880	GML corrected m	260.132
WL Beam m	29.100	KMt m	11.614
Wetted Area m^2	9381.885	KML m	269.953
Waterpl. Area m^2	4601.458	Immersion (TPc) tonne/cm	47.165
Prismatic Coeff.	0.725	MTc tonne.m	717.893
Block Coeff.	0.687	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1684.517
Midship Area Coeff.	0.992	Max deck inclination deg	0.5
Waterpl. Area Coeff.	0.787	Trim angle (+ve by stern) deg	0.5

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	8.6.2: Heel angle at equilibrium for unsymmetrical flooding				Pass
	the angle of shall be greater than (<=)	Heel 7.0	deg	0.0	Pass
SOLAS, II-1/8	8.6.3: Margin line immersion				Pass
	the min. freeboard of the shall be greater than (>)	Marginline 0.000	m	5.246	Pass

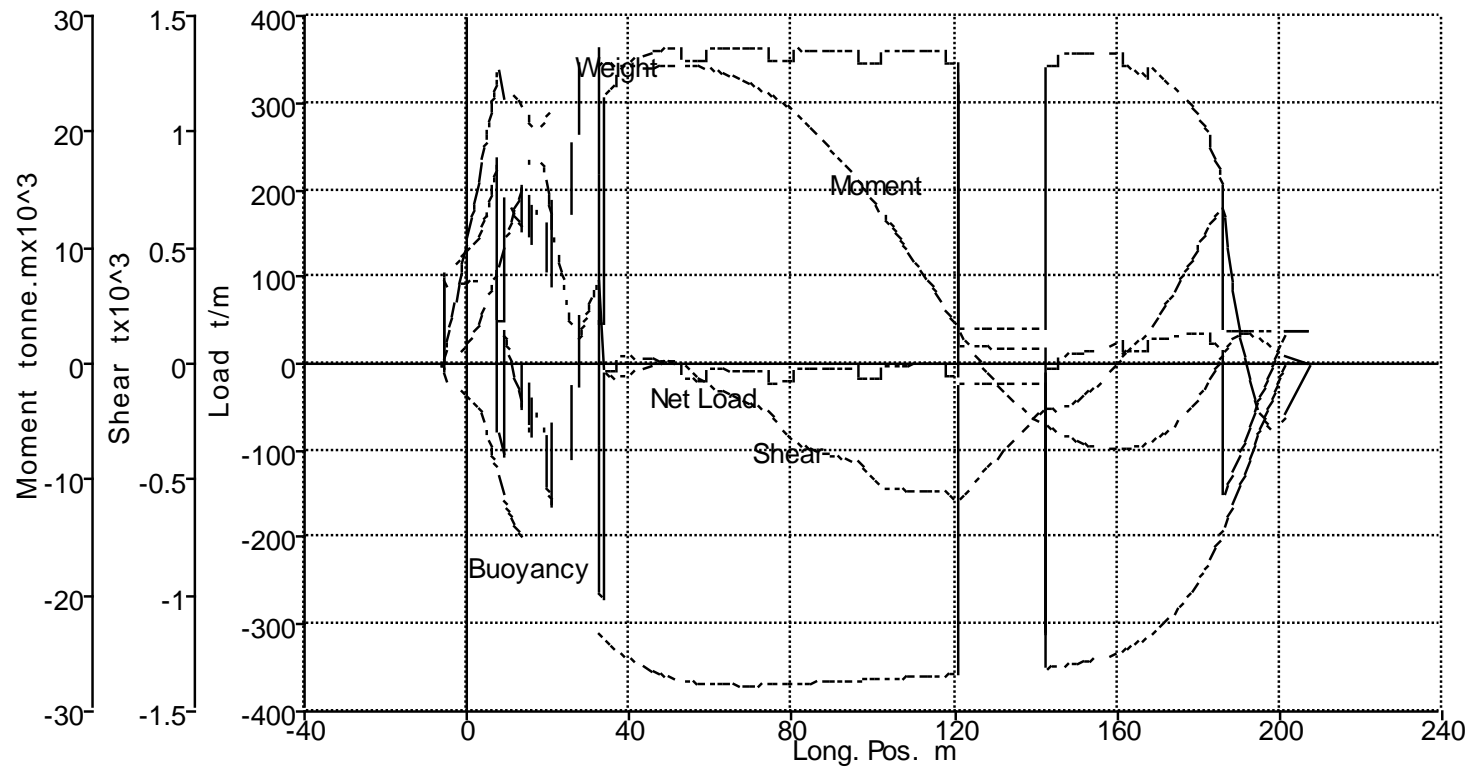
**27.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Averia Bodega n° 3****Damage Case - Bodega 3:** Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 3, Lastre 3 Estribor, Lastre 3 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	9.400
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	9.000	25.000	0.000	7.420
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	Damaged							
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	Damaged							
Lastre 3 Babor	Damaged							
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316			6.003	14.774
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316			-6.003	14.774

Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	Damaged					
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010

Total Loadcase	53833.043	94.713	-0.001	9.821
----------------	-----------	--------	--------	-------



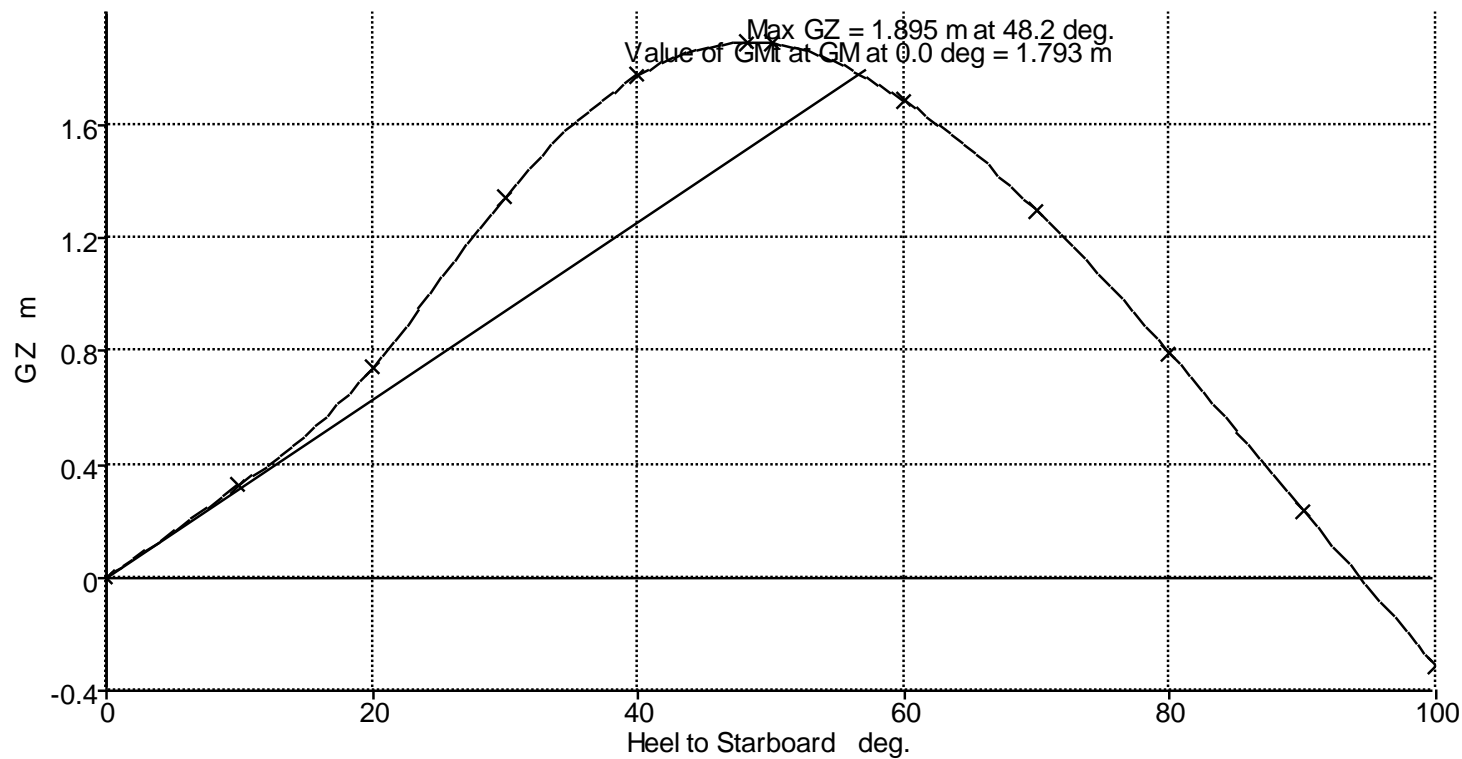
Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 <sup>3</sup>	Moment tonne.mx10 <sup>3</sup>
C 0	0.000	36.615	128.488	91.872	0.528	1.630
C 0.5	4.881	79.112	175.700	96.588	0.994	5.391
C 1	9.762	166.680	187.284	20.603	1.155	11.064
C 1.5	14.642	212.699	197.259	-15.440	1.084	16.652
C 2	19.523	246.355	162.496	-83.859	0.791	21.355
C 2.5	24.404	273.886	175.196	-98.690	0.280	23.885
C 3	29.285	298.003	353.021	55.018	0.203	24.728
C 3.5	34.165	318.525	309.486	-9.039	-0.043	25.876
C 4	39.046	335.651	343.505	7.854	-0.049	25.660
C 5	48.808	358.709	361.802	3.093	0.005	25.597
C 6	58.569	368.361	348.460	-19.900	-0.092	25.515
C 7	68.331	369.808	362.046	-7.761	-0.161	24.399
C 8	78.092	368.742	347.210	-21.531	-0.290	22.458
C 9	87.854	366.518	360.796	-5.722	-0.385	19.129
C 10	97.615	363.978	345.960	-18.017	-0.453	15.206
C 11	107.377	361.341	359.546	-1.794	-0.544	10.246
C 12	117.138	358.654	358.921	0.267	-0.551	4.975
C 13	126.900	22.306	41.114	18.808	-0.474	-0.260
C 14	136.661	22.121	40.507	18.386	-0.292	-3.913
C 15	146.423	348.003	357.046	9.043	-0.197	-5.997
C 16	156.184	338.924	356.421	17.497	-0.073	-7.304
C 17	165.946	318.897	333.932	15.035	0.102	-7.029
C 18	175.707	277.794	310.795	33.001	0.365	-4.799
C 18.5	180.588	244.080	277.732	33.652	0.530	-2.580
C 19	185.469	197.960	214.710	16.750	0.664	0.406
C 19.5	190.349	139.487	37.164	-102.324	0.125	2.482
C 20	195.230	74.894	36.860	-38.034	-0.221	2.162

### 27.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

#### **Loadcase - Averia Bodega nº3**

**Damage Case – Bodega 3:** Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 3, Lastre 3 Estribor, Lastre 3 Babor



Heel to Starboard degrees	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Displacement tonne	53836	53833	53833	53833	53833	53833	53834	53828	53829	53832
Draft at FP m	11.383	11.397	11.436	11.399	11.610	12.286	13.349	15.406	21.315	N/A
Draft at AP m	13.165	13.120	12.986	12.858	13.259	14.252	15.955	19.215	28.816	N/A
WL Length m	200.880	200.898	200.959	200.876	201.189	202.380	205.167	206.784	207.135	206.623
Immersed Depth m	13.073	14.500	16.114	17.267	18.270	19.024	19.297	19.052	18.329	17.413
WL Beam m	29.100	29.549	30.966	31.904	29.497	25.320	22.563	20.950	20.118	19.942
Wetted Area m <sup>2</sup>	9381.885	9390.160	9419.544	9590.380	9905.807	10035.127	10072.199	10098.803	10112.689	10124.060
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4601.458	4677.666	4921.196	5061.966	4680.089	4179.857	3786.994	3542.303	3417.695	3391.115
Prismatic Coeff.	0.725	0.726	0.730	0.739	0.750	0.757	0.753	0.752	0.754	0.758
Block Coeff.	0.687	0.610	0.524	0.475	0.484	0.539	0.588	0.636	0.688	0.732
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	94.681	94.683	94.687	94.689	94.696	94.702	94.682	94.699	94.690	94.680
VCB from DWL m	-5.964	-5.938	-5.871	-5.802	-6.082	-6.622	-7.137	-7.546	-7.815	-7.924
GZ m	0.001	0.327	0.742	1.349	1.776	1.891	1.689	1.296	0.794	0.240
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	90.457	90.628	90.984	94.403	96.147	96.457	96.730	96.755	96.758	96.726
TCF to zero pt. m	0.000	2.326	4.593	5.898	5.376	6.276	7.495	8.558	9.372	9.915
Max deck inclination deg	0.5	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.6	0.8	1.1	2.2	N/A



Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.1: Range of residual positive stability</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	94.3	deg	94.3	
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>15.0</b>	<b>deg</b>	94.3	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.2: Area under residual GZ curve</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	94.3	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.859</b>	<b>m.deg</b>	<b>48.2706</b>	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.3: Maximum residual GZ</b>				<b>Pass</b>
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	0,0	deg		
	angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of spec. heel angle	180,0	deg		
	angle of max. GZ	48.2	deg	43.6	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,100</b>	<b>m</b>	<b>1.895</b>	<b>Pass</b>
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	43.6	
SOLAS, II-1/8	<b>8.6.1 Residual GM with symmetrical flooding</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle	0,0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,050</b>	<b>m</b>	<b>1.793</b>	<b>Pass</b>

## 28.- AVERÍA BODEGA N°2

### 28.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase - Salida averias

Damage Case - Bodega 2: Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 2, Lastre 2 Estribor, Lastre 2 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	0.000	9.400	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	0.000	7.420	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	Damaged							
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	Damaged							
Lastre 2 Babor	Damaged							
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum

Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	Damaged							
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
<b>Total Loadcase:</b>			53836.718	91.965	-0.001	9.823	0.000	
<b>FS correction:</b>						0.000		
<b>VCG fluid:</b>						9.823		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.207	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	91.929
Displacement tonne	53837	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	87.784
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.317
Draft at FP m	11.239	KG fluid m	9.823
Draft at AP m	13.175	BMt m	5.324
Draft at LCF m	12.304	BML m	238.040
Trim (+ve by stern) m	1.935	GMt corrected m	1.818
WL Length m	200.881	GML corrected m	234.533
WL Beam m	29.100	KMt m	11.641
Wetted Area m^2	9356.158	KML m	244.357
Waterpl. Area m^2	4613.074	Immersion (TPc) tonne/cm	47.284
Prismatic Coeff.	0.727	MTc tonne.m	647.254
Block Coeff.	0.687	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1707.964
Midship Area Coeff.	0.990	Max deck inclination deg	0.6
Waterpl. Area Coeff.	0.789	Trim angle (+ve by stern) deg	0.6

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	8.6.2: Heel angle at equilibrium for unsymmetrical flooding				Pass
	the angle of shall be greater than (<=)	Heel 7.0	deg	0.0	Pass
SOLAS, II-1/8	8.6.3: Margin line immersion				Pass
	the min. freeboard of the shall be greater than (>)	Marginline 0.000	m	5.231	Pass

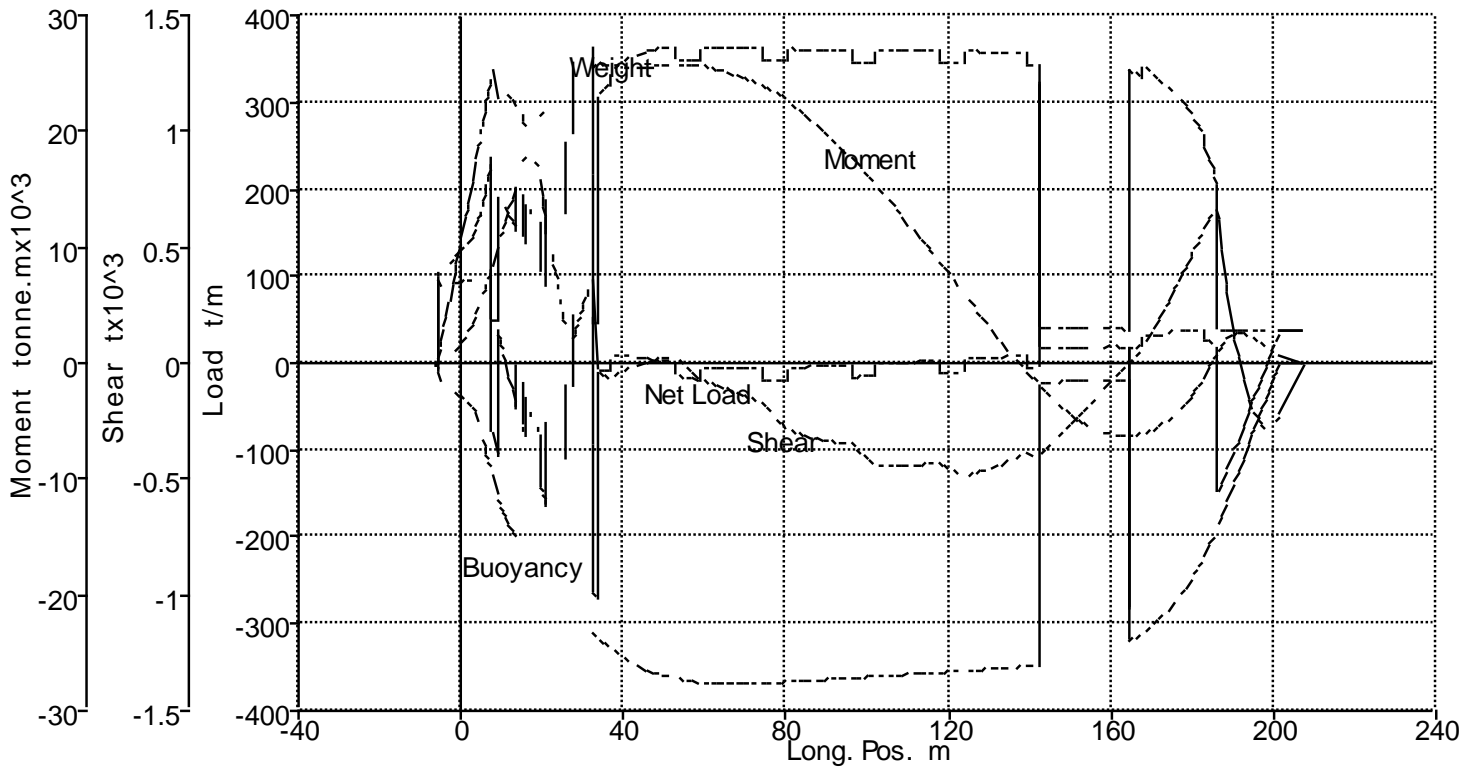
**28.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Averia Bodega n° 2****Damage Case - Bodega 2:** Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 2, Lastre 2 Estribor, Lastre 2 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	9.400
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	9.000	25.000	0.000	7.420
Peso de Equipo y Habitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	Damaged							
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	Damaged							
Lastre 2 Babor	Damaged							
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316			6.003	14.774
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316			-6.003	14.774

Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	Damaged					
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010

Total Loadcase	53836.718	91.965	-0.001	9.823
----------------	-----------	--------	--------	-------



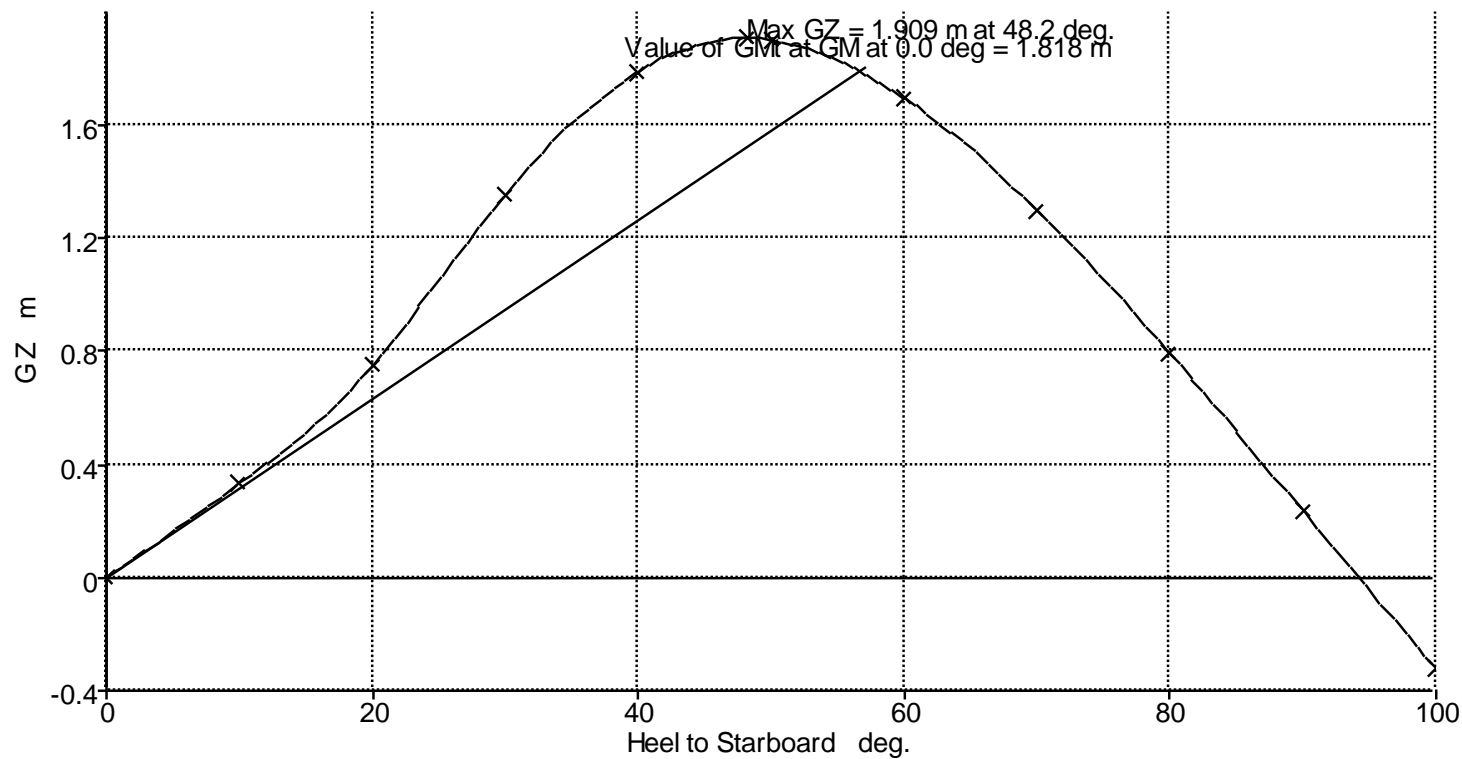
Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	36.779	128.488	91.708	0.527	1.621
C 0.5	4.881	79.227	175.700	96.472	0.992	5.371
C 1	9.762	166.730	187.284	20.553	1.153	11.031
C 1.5	14.642	212.666	197.259	-15.407	1.081	16.603
C 2	19.523	246.227	162.496	-83.731	0.789	21.292
C 2.5	24.404	273.655	175.196	-98.459	0.279	23.811
C 3	29.285	297.660	353.021	55.361	0.203	24.648
C 3.5	34.165	318.065	309.486	-8.579	-0.041	25.798
C 4	39.046	335.069	343.505	8.435	-0.045	25.595
C 5	48.808	357.881	361.802	3.921	0.016	25.603
C 6	58.569	367.290	348.460	-18.829	-0.072	25.672
C 7	68.331	368.502	362.046	-6.455	-0.129	24.809
C 8	78.092	367.203	347.210	-19.993	-0.244	23.244
C 9	87.854	364.749	360.796	-3.952	-0.324	20.438
C 10	97.615	361.978	345.960	-16.018	-0.374	17.206
C 11	107.377	359.111	359.546	0.435	-0.444	13.129
C 12	117.138	356.194	358.921	2.727	-0.428	8.953
C 13	126.900	353.189	358.296	5.107	-0.475	4.519
C 14	136.661	349.769	357.671	7.903	-0.412	0.261
C 15	146.423	21.750	39.899	18.149	-0.331	-3.402
C 16	156.184	21.283	39.291	18.008	-0.152	-5.663
C 17	165.946	315.547	333.932	18.384	0.026	-6.185
C 18	175.707	274.640	310.795	36.155	0.321	-4.521
C 18.5	180.588	241.175	277.732	36.557	0.501	-2.470
C 19	185.469	195.469	214.710	19.241	0.648	0.417
C 19.5	190.349	137.695	37.164	-100.532	0.120	2.453
C 20	195.230	74.552	36.860	-37.692	-0.221	2.132



### 28.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

#### Loadcase - Averia Bodega nº2

**Damage Case – Bodega 2:** Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG  
Compartments Damaged - Bodega 2, Lastre 2 Estribor, Lastre 2 Babor



Heel to Starboard degrees	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Displacement tonne	53837	53837	53837	53837	53837	53841	53841	53840	53838	53835
Draft at FP m	11.239	11.259	11.311	11.276	11.425	12.018	12.967	14.766	19.986	N/A
Draft at AP m	13.175	13.129	12.991	12.878	13.331	14.382	16.148	19.573	29.569	N/A
WL Length m	200.881	200.897	200.958	200.914	201.426	202.120	204.953	206.632	207.159	206.784
Immersed Depth m	13.075	14.461	16.074	17.239	18.252	19.013	19.288	19.048	18.326	17.434
WL Beam m	29.100	29.549	30.966	32.074	29.594	25.320	22.577	20.959	20.131	19.961
Wetted Area m <sup>2</sup>	9356.158	9364.997	9395.711	9563.767	9882.972	10006.303	10047.426	10072.172	10087.878	10099.835
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4613.074	4688.543	4930.071	5072.681	4698.142	4176.445	3788.768	3546.473	3420.388	3393.037
Prismatic Coeff.	0.727	0.729	0.732	0.740	0.750	0.759	0.755	0.753	0.754	0.757
Block Coeff.	0.687	0.612	0.525	0.473	0.483	0.540	0.589	0.637	0.687	0.730
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	91.929	91.932	91.937	91.939	91.935	91.932	91.927	91.924	91.921	91.921
VCB from DWL m	-5.945	-5.922	-5.860	-5.800	-6.086	-6.628	-7.145	-7.555	-7.824	-7.932
GZ m	0.001	0.332	0.750	1.355	1.791	1.905	1.698	1.300	0.793	0.234
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	87.784	87.944	88.275	91.988	93.782	93.905	94.373	94.522	94.507	94.452
TCF to zero pt. m	0.000	2.314	4.569	5.879	5.378	6.272	7.504	8.561	9.375	9.914
Max deck inclination deg	0.6	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.9	1.4	2.8	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.1: Range of residual positive stability</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	94.2	deg	94.2	
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>15.0</b>	<b>deg</b>	94.2	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.2: Area under residual GZ curve</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	94.2	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.859</b>	<b>m.deg</b>	<b>48.6559</b>	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.3: Maximum residual GZ</b>				<b>Pass</b>
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	0,0	deg		
	angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of spec. heel angle	180,0	deg		
	angle of max. GZ	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,100</b>	<b>m</b>	<b>1.909</b>	<b>Pass</b>
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	48.2	
SOLAS, II-1/8	<b>8.6.1 Residual GM with symmetrical flooding</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle	0,0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,050</b>	<b>m</b>	<b>1.818</b>	<b>Pass</b>

## 29.- AVERÍA BODEGA N°1

### 29.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase - Salida averias

Damage Case - Bodega 1: Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 1, Lastre 1 Estribor, Lastre 1 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	0.000	9.400	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	0.000	7.420	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	Damaged							
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	Damaged							
Lastre 1 Babor	Damaged							

Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	Damaged							
Total Loadcase:			54939.952	91.026	-0.001	9.805	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						9.805		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.126	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	90.982
Displacement tonne	54940	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	86.953
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.285
Draft at FP m	10.960	KG fluid m	9.805
Draft at AP m	13.291	BMt m	5.529
Draft at LCF m	12.252	BML m	212.928
Trim (+ve by stern) m	2.331	GMt corrected m	2.009
WL Length m	200.916	GML corrected m	209.409
WL Beam m	29.100	KMt m	11.814
Wetted Area m^2	9329.107	KML m	219.214
Waterpl. Area m^2	4719.680	Immersion (TPc) tonne/cm	48.377
Prismatic Coeff.	0.743	MTc tonne.m	589.759
Block Coeff.	0.696	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1926.281
Midship Area Coeff.	0.990	Max deck inclination deg	0.7
Waterpl. Area Coeff.	0.807	Trim angle (+ve by stern) deg	0.7

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	8.6.2: Heel angle at equilibrium for unsymmetrical flooding				Pass
	the angle of shall be greater than (<=)	Heel 7.0	deg	0.0	Pass
SOLAS, II-1/8	8.6.3: Margin line immersion				Pass
	the min. freeboard of the shall be greater than (>)	Marginline 0.000	m	5.102	Pass

**29.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase – Averia Bodega n° 1****Damage Case – Bodega 1:** Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

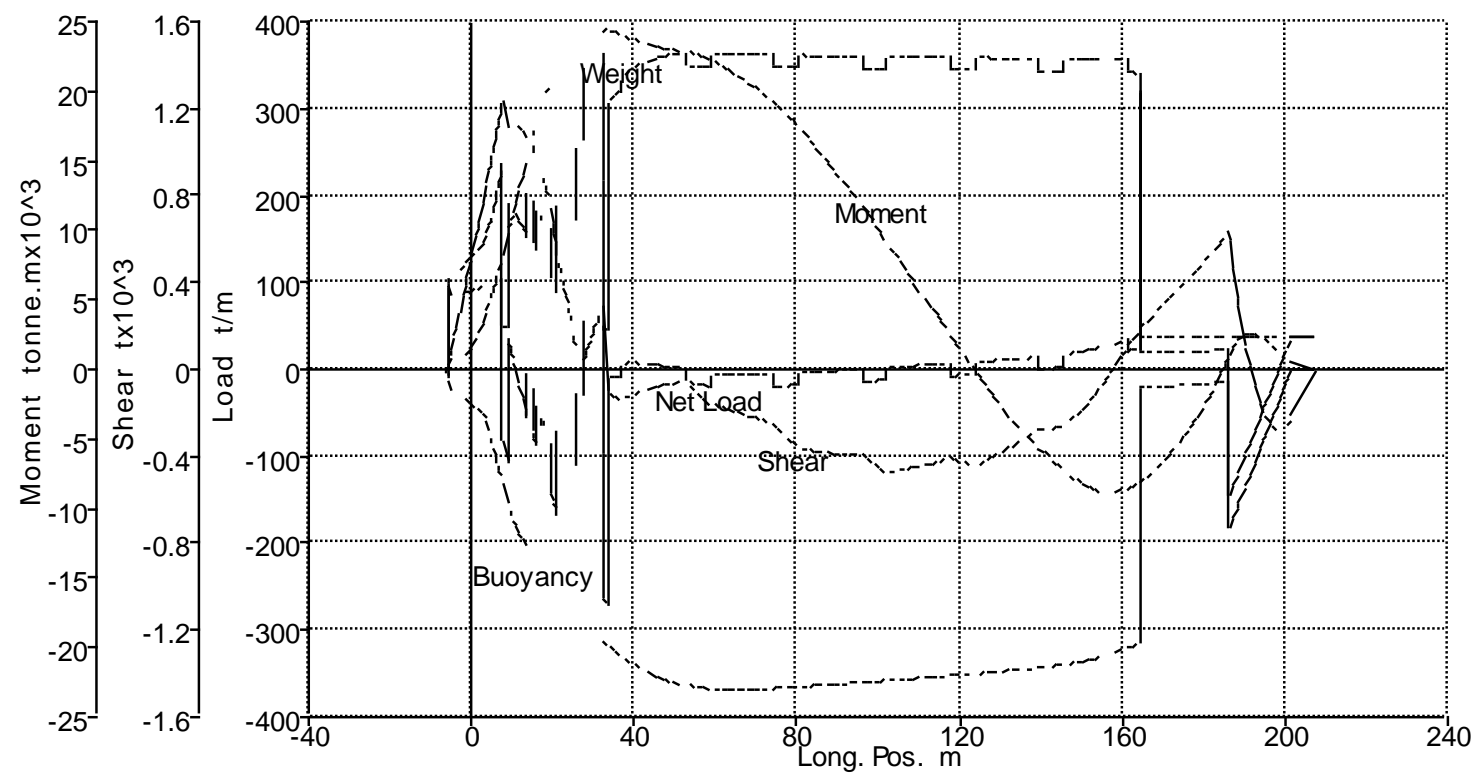
Compartments Damaged - Bodega 1, Lastre 1 Estribor, Lastre 1 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	9.400
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	9.000	25.000	0.000	7.420
Peso de Equipo y Habilidadación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	Damaged							
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	Damaged							
Lastre 1 Babor	Damaged							
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316			6.003	14.774
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316			-6.003	14.774

Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010
Escotilla 1	Damaged					



Total Loadcase	54939.952	91.026	-0.001	9.805
----------------	-----------	--------	--------	-------

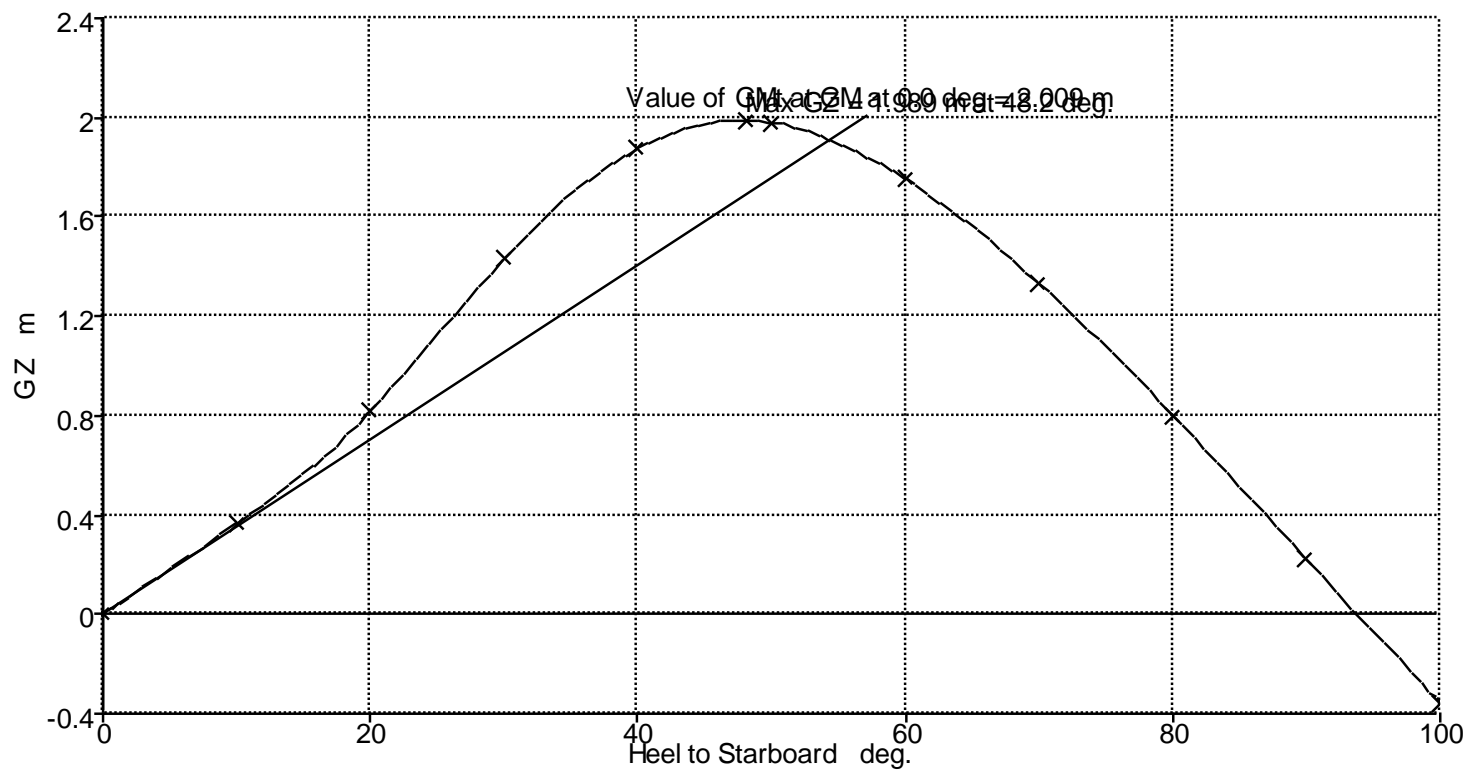


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 <sup>3</sup>	Moment tonne.mx10 <sup>3</sup>
C 0	0.000	38.685	128.488	89.802	0.516	1.604
C 0.5	4.881	81.215	175.700	94.485	0.972	5.289
C 1	9.762	168.758	187.284	18.526	1.123	10.836
C 1.5	14.642	214.630	197.259	-17.372	1.041	16.248
C 2	19.523	248.074	162.496	-85.578	0.740	20.731
C 2.5	24.404	275.346	175.196	-100.150	0.221	22.999
C 3	29.285	299.164	353.021	53.857	0.137	23.545
C 3.5	34.165	319.353	309.486	-9.867	-0.113	24.368
C 4	39.046	336.118	343.505	7.387	-0.123	23.808
C 5	48.808	358.396	361.802	3.406	-0.070	23.033
C 6	58.569	367.228	348.460	-18.767	-0.160	22.269
C 7	68.331	367.850	362.046	-5.803	-0.214	20.579
C 8	78.092	365.960	347.210	-18.749	-0.320	18.250
C 9	87.854	362.914	360.796	-2.118	-0.385	14.799
C 10	97.615	359.553	345.960	-13.592	-0.414	11.097
C 11	107.377	356.095	359.546	3.452	-0.457	6.779
C 12	117.138	352.587	358.921	6.334	-0.409	2.651
C 13	126.900	348.991	358.296	9.305	-0.418	-1.392
C 14	136.661	344.985	357.671	12.686	-0.311	-4.858
C 15	146.423	339.525	357.046	17.521	-0.252	-7.437
C 16	156.184	329.795	356.421	26.626	-0.042	-8.820
C 17	165.946	19.191	38.683	19.493	0.217	-7.758
C 18	175.707	17.914	38.075	20.161	0.406	-4.600
C 18.5	180.588	16.665	37.771	21.106	0.507	-2.315
C 19	185.469	13.960	37.468	23.507	0.617	0.479
C 19.5	190.349	134.267	37.164	-97.103	0.109	2.428
C 20	195.230	73.882	36.860	-37.022	-0.221	2.098

### 29.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

#### Loadcase - Averia Bodega n°1

**Damage Case – Bodega 1:** Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG  
 Compartments Damaged - Bodega 1, Lastre 1 Estribor, Lastre 1 Babor



Heel to Starboard degrees	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Displacement tonne	54940	54940	54940	54940	54935	54940	54940	54940	54944	54940
Draft at FP m	10.960	10.992	11.081	11.152	11.397	12.059	13.015	14.816	20.037	N/A
Draft at AP m	13.291	13.240	13.085	12.936	13.367	14.406	16.212	19.706	29.908	N/A
WL Length m	200.916	200.931	200.978	201.059	201.464	202.160	204.979	206.643	207.161	206.791
Immersed Depth m	13.171	14.451	16.050	17.231	18.262	19.033	19.316	19.083	18.367	17.483
WL Beam m	29.100	29.549	30.966	32.229	29.602	25.320	22.573	20.958	20.131	19.962
Wetted Area m <sup>2</sup>	9329.107	9338.230	9371.363	9547.786	9884.848	10019.224	10060.770	10086.162	10102.514	10113.897
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4719.680	4792.836	5028.678	5127.177	4762.702	4192.076	3791.617	3547.064	3420.377	3393.085
Prismatic Coeff.	0.743	0.744	0.748	0.755	0.765	0.773	0.769	0.766	0.767	0.771
Block Coeff.	0.696	0.625	0.537	0.480	0.492	0.550	0.600	0.649	0.700	0.743
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	90.982	90.986	90.992	90.997	90.994	91.006	90.987	90.983	90.980	90.968
VCB from DWL m	-5.918	-5.900	-5.855	-5.837	-6.164	-6.735	-7.268	-7.688	-7.960	-8.065
GZ m	0.001	0.365	0.816	1.432	1.875	1.981	1.754	1.333	0.803	0.222
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	86.953	87.044	87.196	90.460	92.426	91.708	91.975	92.116	92.117	92.082
TCF to zero pt. m	0.000	2.286	4.507	5.696	5.252	6.210	7.472	8.544	9.368	9.918
Max deck inclination deg	0.7	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.7	0.7	0.6	0.5	0.6	0.7	0.9	1.4	2.9	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.1: Range of residual positive stability</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	93.8	deg	93.8	
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>15.0</b>	<b>deg</b>	93.8	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.2: Area under residual GZ curve</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	93.8	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.859</b>	<b>m.deg</b>	<b>39.2657</b>	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.3: Maximum residual GZ</b>				<b>Pass</b>
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	0,0	deg		
	angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of spec. heel angle	180,0	deg		
	angle of max. GZ	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,100</b>	<b>m</b>	<b>1.989</b>	<b>Pass</b>
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	48.2	
SOLAS, II-1/8	<b>8.6.1 Residual GM with symmetrical flooding</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle	0,0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,050</b>	<b>m</b>	<b>2.009</b>	<b>Pass</b>

### 30.- AVERÍA PIQUE DE PROA

#### 30.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation

Hydromax 13.01, build: 2091

Loadcase - Salida averias

Damage Case – Pique de Proa: Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Pique de Proa

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	0.000	9.400	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	0.000	7.420	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilidadación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum

Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	Damaged							
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			60646.297	98.869	-0.001	9.779	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						9.779		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.493	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	98.867
Displacement tonne	60646	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	93.978
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.405
Draft at FP m	12.435	KG fluid m	9.779
Draft at AP m	12.550	BMt m	5.353
Draft at LCF m	12.495	BML m	232.170
Trim (+ve by stern) m	0.115	GMt corrected m	1.979
WL Length m	201.085	GML corrected m	228.796
WL Beam m	29.100	KMt m	11.757
Wetted Area m^2	9443.143	KML m	238.575
Waterpl. Area m^2	5085.789	Immersion (TPc) tonne/cm	52.129
Prismatic Coeff.	0.814	MTc tonne.m	711.286
Block Coeff.	0.806	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	2094.408
Midship Area Coeff.	0.994	Max deck inclination deg	0.0
Waterpl. Area Coeff.	0.869	Trim angle (+ve by stern) deg	0.0

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	8.6.2: Heel angle at equilibrium for unsymmetrical flooding				Pass
	the angle of shall be greater than ( $\leq$ )	Heel 7.0	deg	0.0	Pass
SOLAS, II-1/8	8.6.3: Margin line immersion				Pass
	the min. freeboard of the shall be greater than ( $>$ )	Marginline 0.000	m	5.912	Pass



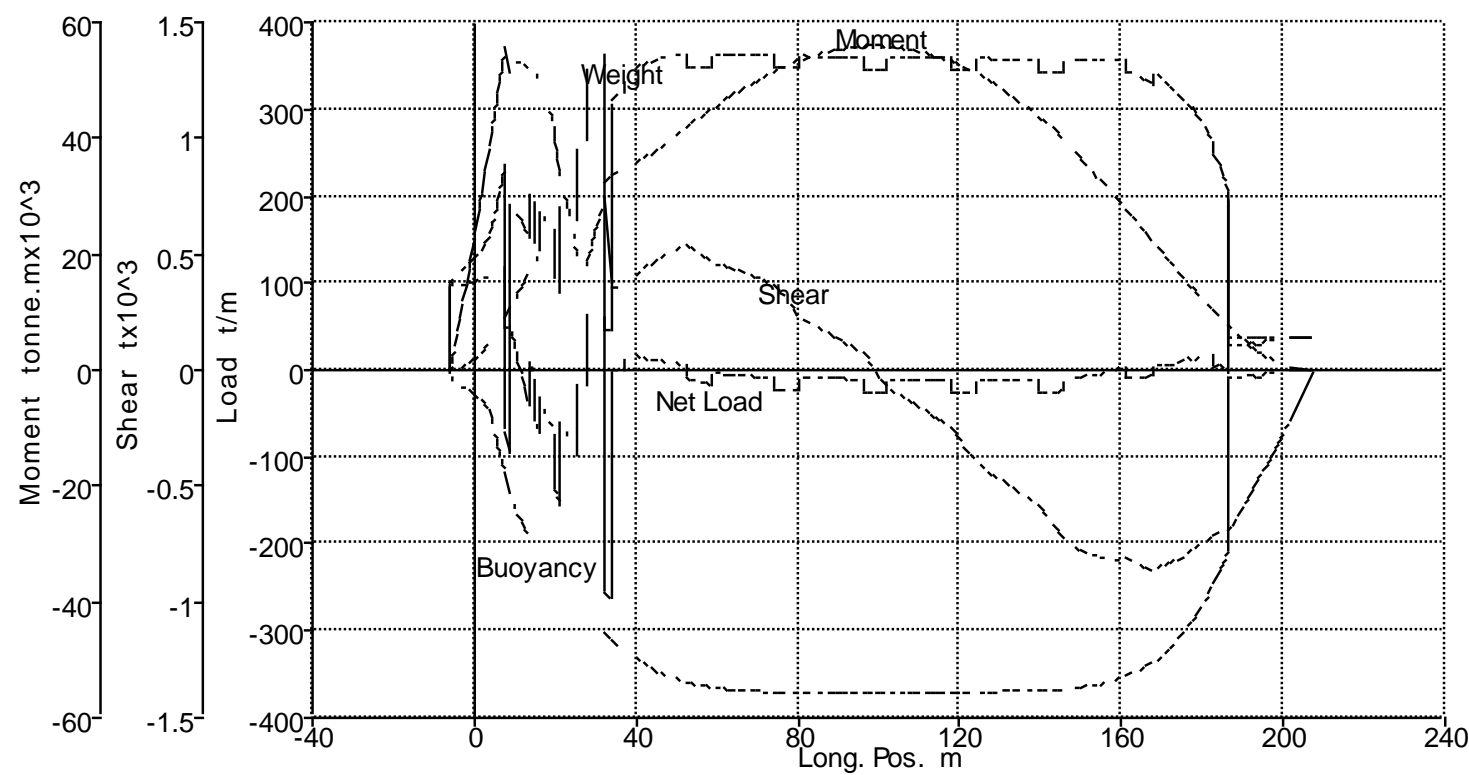
**30.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase – Averia Pique de Proa****Damage Case – Pique de Proa:** Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Pique de Proa

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	9.400
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	9.000	25.000	0.000	7.420
Peso de Equipo y Habilidadación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316			6.003	14.774
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316			-6.003	14.774

Pique de Proa	Damaged					
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010

Total Loadcase	0%	2848.039	0.000	17.035	0.000	9.988
----------------	----	----------	-------	--------	-------	-------

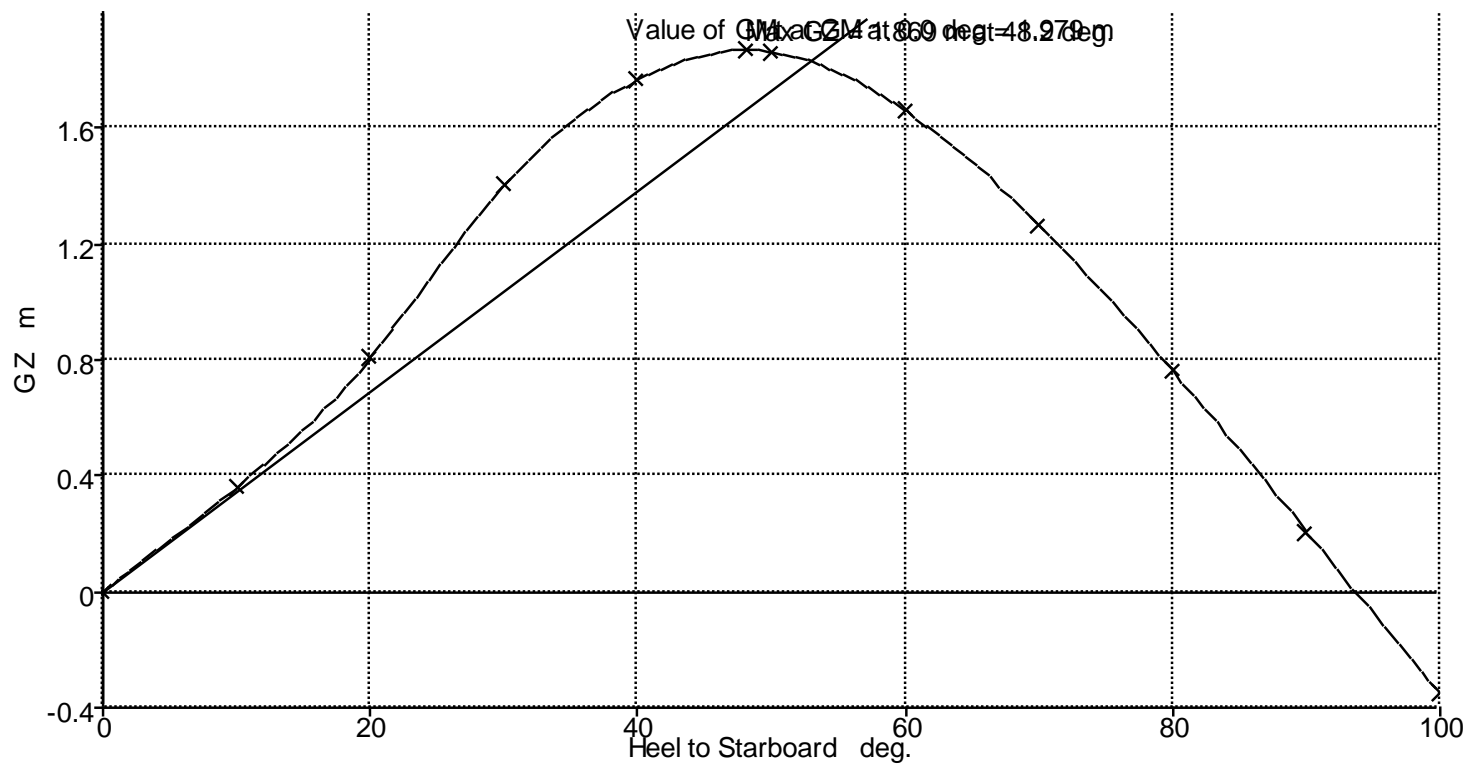


Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 <sup>3</sup>	Moment tonne.mx10 <sup>3</sup>
C 0	0.000	27.071	128.488	101.417	0.580	1.720
C 0.5	4.881	68.790	175.700	106.910	1.095	5.808
C 1	9.762	155.769	187.284	31.515	1.307	12.054
C 1.5	14.642	201.771	197.259	-4.512	1.289	18.472
C 2	19.523	235.708	162.496	-73.212	1.050	24.265
C 2.5	24.404	263.721	175.196	-88.525	0.589	28.140
C 3	29.285	288.475	353.021	64.546	0.560	30.568
C 3.5	34.165	309.777	309.486	-0.291	0.359	33.528
C 4	39.046	327.808	343.505	15.697	0.393	35.333
C 5	48.808	352.973	361.802	8.829	0.514	39.847
C 6	58.569	364.990	348.460	-16.529	0.461	44.888
C 7	68.331	368.899	362.046	-6.853	0.413	49.215
C 8	78.092	370.316	347.210	-23.106	0.281	52.802
C 9	87.854	370.581	360.796	-9.784	0.157	54.853
C 10	97.615	370.527	345.960	-24.567	0.037	55.921
C 11	107.377	370.378	359.546	-10.831	-0.130	55.329
C 12	117.138	370.178	358.921	-11.256	-0.237	53.564
C 13	126.900	369.890	358.296	-11.593	-0.434	50.210
C 14	136.661	369.167	357.671	-11.496	-0.547	45.440
C 15	146.423	366.875	357.046	-9.829	-0.739	39.255
C 16	156.184	359.900	356.421	-3.479	-0.810	31.662
C 17	165.946	341.150	333.932	-7.218	-0.848	23.659
C 18	175.707	299.607	310.795	11.188	-0.802	15.501
C 18.5	180.588	264.563	277.732	13.169	-0.741	11.743
C 19	185.469	215.886	214.710	-1.177	-0.701	8.265
C 19.5	190.349	7.436	37.164	29.728	-0.579	5.108
C 20	195.230	6.553	36.860	30.307	-0.432	2.650

### 30.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

#### Loadcase - Avería Pique de Proa

**Damage Case – Pique de Proa:** Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG  
Compartments Damaged - Pique de Proa



Heel to Starboard degrees	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Displacement tonne	60646	60641	60646	60646	60646	60646	60646	60646	60642	60644
Draft at FP m	12.435	12.448	12.490	12.604	13.256	14.627	16.834	20.980	32.883	N/A
Draft at AP m	12.550	12.506	12.375	12.188	12.390	13.077	14.266	16.612	23.523	N/A
WL Length m	201.085	201.093	201.152	201.301	201.707	204.555	206.726	207.096	206.431	204.997
Immersed Depth m	12.544	14.543	16.204	17.443	18.566	19.462	19.870	19.733	19.077	18.215
WL Beam m	29.100	29.549	30.967	30.831	28.824	25.316	22.430	20.813	19.990	19.800
Wetted Area m <sup>2</sup>	9443.143	9453.406	9489.061	9720.269	10061.672	10246.851	10313.306	10353.760	10377.015	10394.644
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5085.789	5168.353	5432.315	5444.401	5032.105	4530.881	4078.058	3790.136	3640.636	3591.954
Prismatic Coeff.	0.814	0.815	0.817	0.819	0.824	0.818	0.812	0.812	0.816	0.823
Block Coeff.	0.806	0.685	0.586	0.547	0.548	0.587	0.642	0.696	0.752	0.800
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	98.867	98.869	98.871	98.876	98.882	98.891	98.899	98.906	98.911	98.913
VCB from DWL m	-6.087	-6.062	-5.999	-5.966	-6.313	-6.923	-7.503	-7.961	-8.256	-8.369
GZ m	0.001	0.360	0.808	1.401	1.767	1.864	1.660	1.266	0.763	0.208
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	93.978	94.071	94.282	94.775	95.942	96.580	96.381	95.929	95.653	95.216
TCF to zero pt. m	0.000	2.342	4.615	5.569	5.016	5.820	7.126	8.286	9.215	9.884
Max deck inclination deg	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.3	-0.5	-0.8	-1.3	-2.7	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.1: Range of residual positive stability</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	93.7	deg	93.7	
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>15.0</b>	<b>deg</b>	93.7	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.2: Area under residual GZ curve</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	93.7	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.859</b>	<b>m.deg</b>	<b>49.6147</b>	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.3: Maximum residual GZ</b>				<b>Pass</b>
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	0,0	deg		
	angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of spec. heel angle	180,0	deg		
	angle of max. GZ	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,100</b>	<b>m</b>	<b>1.869</b>	<b>Pass</b>
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	42.7	
SOLAS, II-1/8	<b>8.6.1 Residual GM with symmetrical flooding</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle	0,0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,050</b>	<b>m</b>	<b>1.979</b>	<b>Pass</b>

### 31.- AVERÍA PIQUE DE POPA Y CÁMARA DE MÁQUINAS

#### 31.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation

Hydromax 13.01, build: 2091

**Damage Case - pique popa+cc.mm**Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Pique de Popa, Pique de Popa Estribor, Pique de Popa Babor, Camara de Maquinas

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	0.000	9.400	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	0.000	7.420	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum



Pique de Popa	Damaged							
Pique de Popa Estribor	Damaged							
Pique de Popa Babor	Damaged							
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Cámara de Máquinas	Damaged							
Total Loadcase:			59614.295	100.561	-0.001	9.722	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						9.722		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.477	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.497
Displacement tonne	59617	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	99.589
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.353
Draft at FP m	10.727	KG fluid m	9.722
Draft at AP m	14.227	BMt m	5.444
Draft at LCF m	12.440	BML m	220.377
Trim (+ve by stern) m	3.499	GMt corrected m	2.074
WL Length m	201.015	GML corrected m	217.007
WL Beam m	29.100	KMt m	11.797
Wetted Area m^2	9502.624	KML m	226.730
Waterpl. Area m^2	4944.036	Immersion (TPc) tonne/cm	50.676
Prismatic Coeff.	0.770	MTc tonne.m	663.183
Block Coeff.	0.708	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	2157.825
Midship Area Coeff.	0.987	Max deck inclination deg	1.0
Waterpl. Area Coeff.	0.845	Trim angle (+ve by stern) deg	1.0

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	8.6.2: Heel angle at equilibrium for unsymmetrical flooding				Pass
	the angle of shall be greater than (<=)	Heel 7.0	deg	0.0	Pass
SOLAS, II-1/8	8.6.3: Margin line immersion				Pass
	the min. freeboard of the shall be greater than (>)	Marginline 0.000	m	4.130	Pass

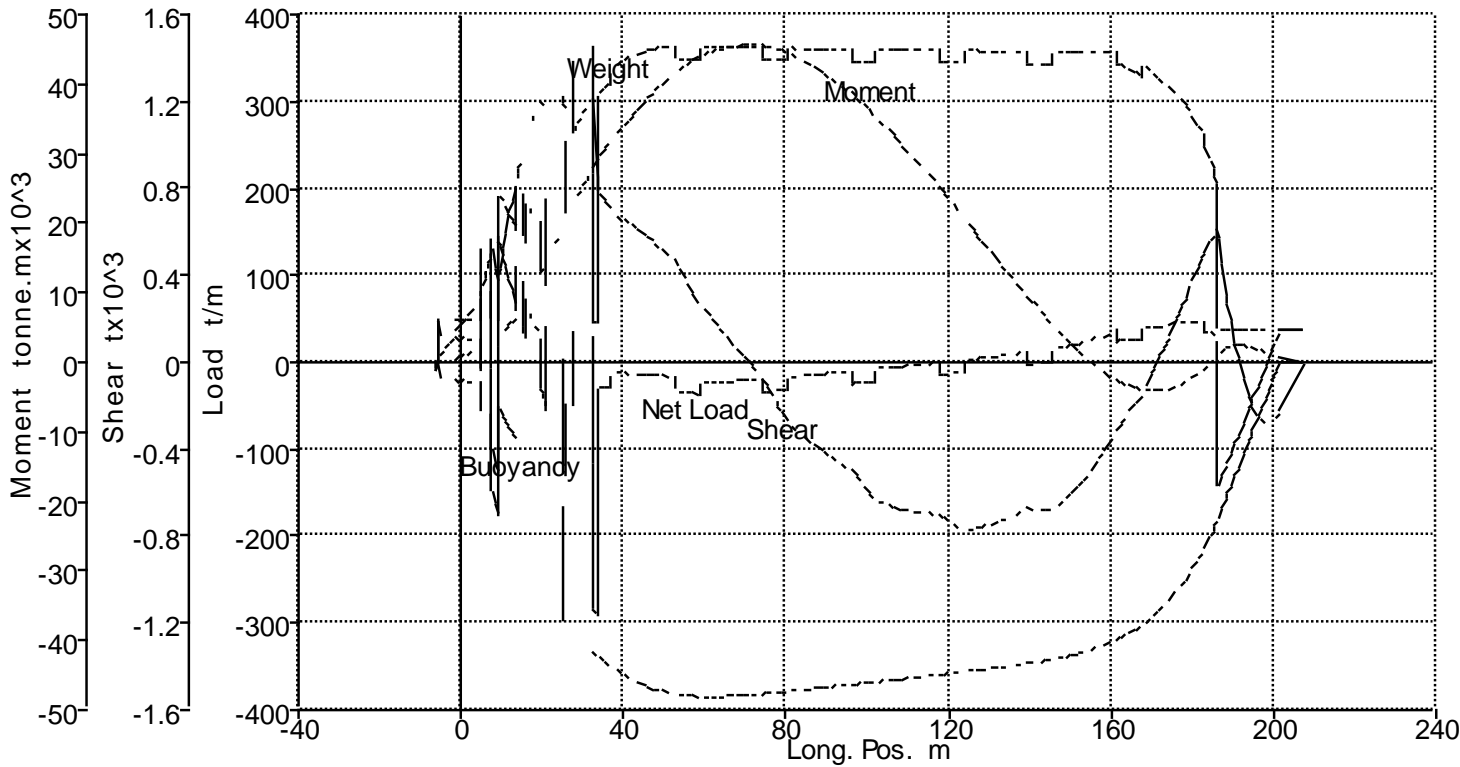
**31.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase – Averia Pique de Popa y Cámara de Máquinas****Damage Case - pique popa+cc.mm**Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Pique de Popa, Pique de Popa Estribor, Pique de Popa Babor, Cámara de Máquinas

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	9.400
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	9.000	25.000	0.000	7.420
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	Damaged							
Pique de Popa Estribor	Damaged							

<b>Pique de Popa Babor</b>	Damaged					
<b>Pique de Proa</b>	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Cen</b>	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Cent</b>	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Estribor Cos</b>	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
<b>HFO Almacén &lt;4,5%S Babor Cost</b>	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
<b>HFO Almacén &lt;1,5%S Estribor</b>	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
<b>HFO Almacén &lt;1,5%S Babor</b>	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
<b>HFO Almacén &lt;0,1%S Estribor</b>	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
<b>HFO Almacén &lt;0,1%S Babor</b>	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
<b>HFO Sedimentación Estribor</b>	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
<b>HFO Sedimentación Babor</b>	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
<b>HFO Servicio Diario Estribor</b>	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
<b>HFO Servicio Diario Babor</b>	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
<b>Diesel Oil Almacén Estribor</b>	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
<b>Diesel Oil Almacén Babor</b>	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
<b>Diesel Oil Servicio Diario</b>	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
<b>Aceite Almacén Cilindros</b>	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
<b>Aceite Almacén Cojinetes</b>	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
<b>Aceite Almacén Motores Auxiliar</b>	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
<b>Aceite Servicio Diario Motor Pp</b>	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
<b>Aceite Sucio del Motor Ppal</b>	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
<b>Agua Potable</b>	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
<b>Agua Dulce Estribor</b>	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
<b>Agua Dulce Babor</b>	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
<b>Sentinas (Aguas Grises)</b>	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
<b>Aguas Negras</b>	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
<b>HFO Reboses y Derrames</b>	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
<b>Escotilla 7</b>	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010
<b>Escotilla 6</b>	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010
<b>Escotilla 5</b>	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010
<b>Escotilla 4</b>	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010
<b>Escotilla 3</b>	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010
<b>Escotilla 2</b>	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010

Escotilla 1 Cámara de Máquinas	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010
	Damaged					
	Total Loadcase		59614.295	100.561	-0.001	9.722



Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 <sup>3</sup>	Moment tonne.mx10 <sup>3</sup>
C 0	0.000	21.872	49.016	27.144	0.174	0.657
C 0.5	4.881	58.698	133.519	74.821	0.318	1.918
C 1	9.762	58.623	187.284	128.660	0.466	4.088
C 1.5	14.642	100.139	197.259	97.120	0.939	7.667
C 2	19.523	134.971	162.496	27.525	1.193	13.034
C 2.5	24.404	163.453	175.196	11.743	1.223	18.882
C 3	29.285	319.222	353.021	33.799	1.120	24.470
C 3.5	34.165	339.295	309.486	-29.808	0.773	29.880
C 4	39.046	355.792	343.505	-12.288	0.666	33.433
C 5	48.808	377.112	361.802	-15.310	0.532	39.488
C 6	58.569	384.533	348.460	-36.072	0.265	43.775
C 7	68.331	383.509	362.046	-21.462	0.050	45.489
C 8	78.092	379.906	347.210	-32.696	-0.200	45.071
C 9	87.854	375.123	360.796	-14.326	-0.393	42.204
C 10	97.615	370.018	345.960	-24.058	-0.532	37.921
C 11	107.377	364.817	359.546	-5.271	-0.669	32.026
C 12	117.138	359.566	358.921	-0.645	-0.698	25.489
C 13	126.900	354.227	358.296	4.069	-0.767	18.373
C 14	136.661	348.474	357.671	9.197	-0.702	11.335
C 15	146.423	341.265	357.046	15.782	-0.668	4.851
C 16	156.184	329.802	356.421	26.619	-0.467	-0.602
C 17	165.946	307.863	333.932	26.069	-0.193	-3.608
C 18	175.707	265.935	310.795	44.860	0.183	-3.615
C 18.5	180.588	232.548	277.732	45.184	0.406	-2.094
C 19	185.469	187.583	214.710	27.127	0.593	0.467
C 19.5	190.349	131.682	37.164	-94.518	0.100	2.362
C 20	195.230	73.314	36.860	-36.454	-0.222	2.038

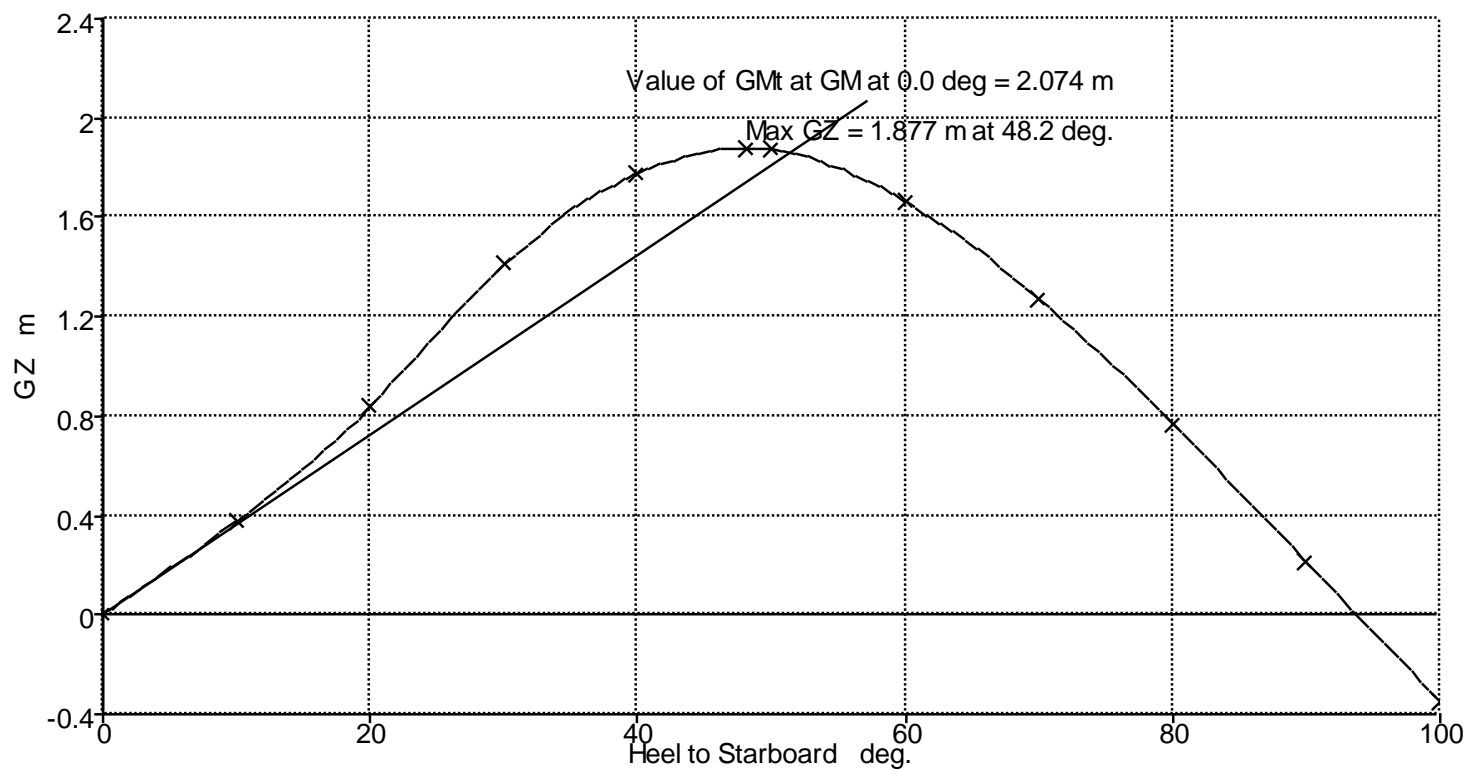
### 31.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

#### Loadcase - Avería Pique de Popa y Cámara de Máquinas

##### Damage Case - pique popa+cc.mm

Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Pique de Popa, Pique de Popa Estribor, Pique de Popa Babor, Cámara de Maquinas



Heel to Starboard degrees	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Displacement tonne	59617	59620	59614	59614	59614	59614	59614	59614	59614	59613
Draft at FP m	10.727	10.744	10.772	10.749	10.899	11.402	12.165	13.555	17.486	N/A
Draft at AP m	14.227	14.187	14.084	14.138	14.965	16.633	19.468	24.999	41.233	N/A
WL Length m	201.015	201.052	201.247	201.616	202.248	202.919	204.503	206.344	207.093	206.958
Immersed Depth m	14.047	15.025	16.578	17.770	18.900	19.789	20.203	20.094	19.500	18.839
WL Beam m	29.100	29.549	30.966	32.306	29.571	25.318	22.615	20.971	20.149	19.984
Wetted Area m <sup>2</sup>	9502.624	9511.566	9494.649	9781.351	10115.091	10272.277	10341.678	10386.517	10424.667	10449.716
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4944.036	5025.554	5300.988	5226.383	4913.995	4420.886	3979.295	3683.987	3512.665	3452.593
Prismatic Coeff.	0.770	0.771	0.774	0.778	0.782	0.787	0.786	0.781	0.779	0.781
Block Coeff.	0.708	0.652	0.563	0.503	0.515	0.572	0.622	0.669	0.715	0.746
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100.497	100.502	100.504	100.505	100.498	100.488	100.475	100.463	100.453	100.464
VCB from DWL m	-6.070	-6.050	-6.000	-6.014	-6.395	-7.016	-7.609	-8.084	-8.402	-8.523
GZ m	0.001	0.376	0.840	1.410	1.776	1.872	1.667	1.273	0.769	0.212
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	99.589	99.694	99.621	104.197	105.521	105.524	106.021	107.125	108.146	108.833
TCF to zero pt. m	0.000	2.282	4.551	5.257	4.880	5.728	7.026	8.145	9.087	9.784
Max deck inclination deg	1.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.5	2.1	3.4	6.9	N/A



Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.1: Range of residual positive stability</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	93.8	deg	93.8	
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>15.0</b>	<b>deg</b>	93.8	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.2: Area under residual GZ curve</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	93.8	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.859</b>	<b>m.deg</b>	<b>50.3270</b>	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.3: Maximum residual GZ</b>				<b>Pass</b>
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	0,0	deg		
	angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of spec. heel angle	180,0	deg		
	angle of max. GZ	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,100</b>	<b>m</b>	<b>1.877</b>	<b>Pass</b>
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	48.2	
SOLAS, II-1/8	<b>8.6.1 Residual GM with symmetrical flooding</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle	0,0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,050</b>	<b>m</b>	<b>2.074</b>	<b>Pass</b>

## 32.- AVERÍA CÁMARA DE MÁQUINAS Y BODEGA N°7

### 32.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation

Hydromax 13.01, build: 2091

Damage Case - cc.mm + cc.mm.+bod.7

Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 7, Lastre 7 Estribor, Lastre 7 Babor, Camara de Maquinas

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	0.000	9.400	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	0.000	7.420	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	Damaged							
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	Damaged							
Lastre 7 Babor	Damaged							
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum

Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	Damaged							
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Cámara de Máquinas	Damaged							
Total Loadcase:			54083.688	105.412	-0.001	9.810	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						9.810		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.842	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	105.326
Displacement tonne	54088	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	103.289
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.522
Draft at FP m	10.259	KG fluid m	9.810
Draft at AP m	15.425	BMt m	5.441
Draft at LCF m	12.690	BML m	236.856
Trim (+ve by stern) m	5.167	GMt corrected m	2.152
WL Length m	201.705	GML corrected m	233.567
WL Beam m	29.100	KMt m	11.963
Wetted Area m^2	9690.738	KML m	243.378
Waterpl. Area m^2	4520.671	Immersion (TPc) tonne/cm	46.337
Prismatic Coeff.	0.661	MTc tonne.m	647.597
Block Coeff.	0.593	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	2031.641
Midship Area Coeff.	0.987	Max deck inclination deg	1.5
Waterpl. Area Coeff.	0.770	Trim angle (+ve by stern) deg	1.5

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	8.6.2: Heel angle at equilibrium for unsymmetrical flooding				Pass
	the angle of shall be greater than (<=)	Heel 7.0	deg	0.0	Pass
SOLAS, II-1/8	8.6.3: Margin line immersion				Pass
	the min. freeboard of the shall be greater than (>)	Marginline 0.000	m	2.879	Pass

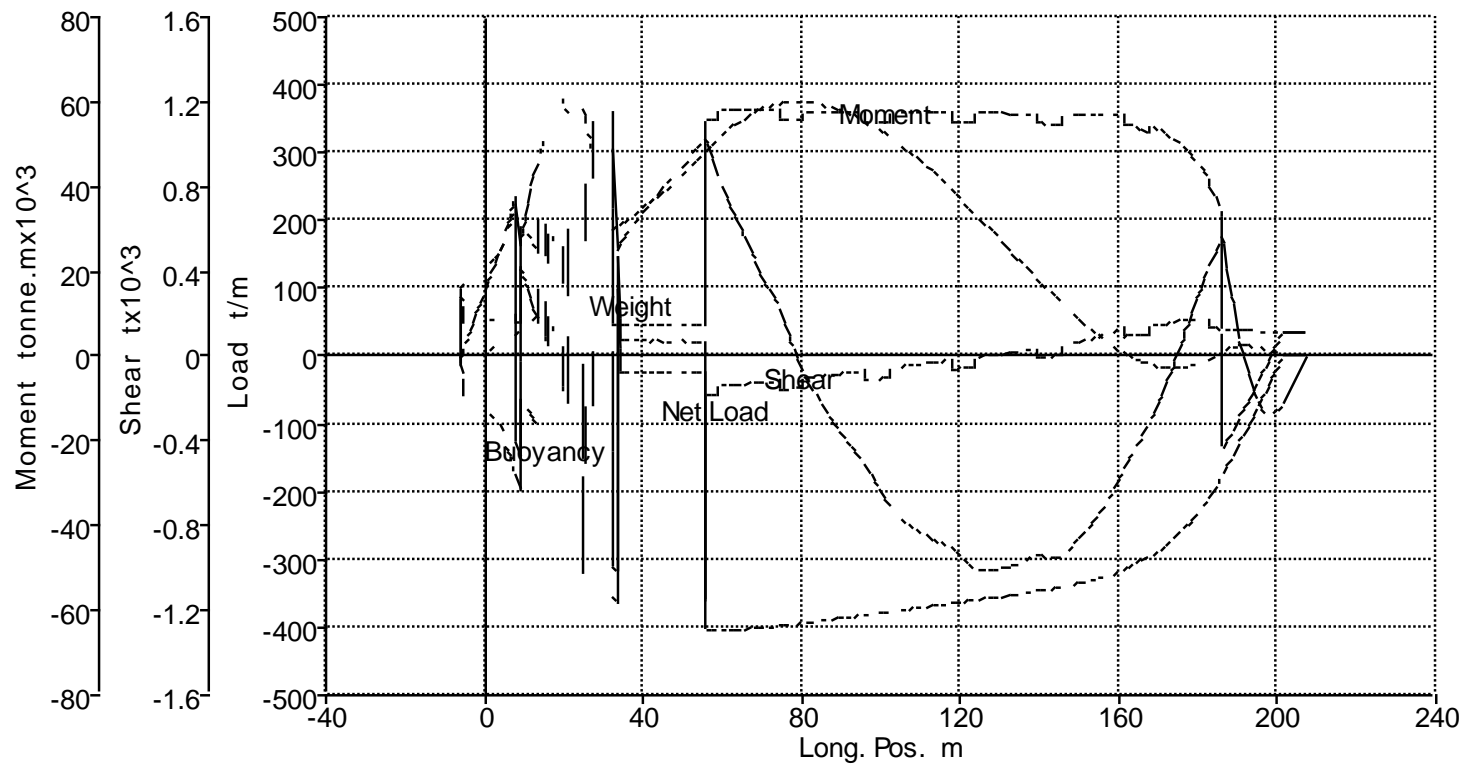
**32.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase –Cámara de Máquinas y Bodega N°7****Damage Case - cc.mm + cc.mm.+bod.7**Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 7, Lastre 7 Estribor, Lastre 7 Babor, Camara de Maquinas

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	9.400
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	9.000	25.000	0.000	7.420
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	Damaged							
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	Damaged							
Lastre 7 Babor	Damaged							
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316			6.003	14.774

Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	Damaged					
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010

Escotilla 1 Cámara de Máquinas	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010
	Damaged					
	Total Loadcase		54083.688	105.412	-0.001	9.810



Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	77.628	128.488	50.860	0.301	1.004
C 0.5	4.881	122.703	175.700	52.997	0.561	3.170
C 1	9.762	70.512	187.284	116.772	0.609	6.253
C 1.5	14.642	112.964	197.259	84.294	1.021	10.365
C 2	19.523	148.443	162.496	14.054	1.211	15.961
C 2.5	24.404	177.369	175.196	-2.173	1.174	21.716
C 3	29.285	344.506	353.021	8.515	0.954	26.777
C 3.5	34.165	-7.468	46.889	54.357	0.537	31.068
C 4	39.046	22.688	46.585	23.897	0.655	34.059
C 5	48.808	23.512	45.977	22.465	0.873	41.692
C 6	58.569	405.205	348.460	-56.744	0.850	51.060
C 7	68.331	401.803	362.046	-39.756	0.444	57.511
C 8	78.092	395.747	347.210	-48.536	0.027	60.088
C 9	87.854	388.480	360.796	-27.684	-0.308	58.704
C 10	97.615	380.888	345.960	-34.927	-0.567	54.634
C 11	107.377	373.198	359.546	-13.652	-0.798	47.915
C 12	117.138	365.459	358.921	-6.537	-0.897	39.756
C 13	126.900	357.631	358.296	0.665	-1.011	30.456
C 14	136.661	349.389	357.671	8.282	-0.968	20.909
C 15	146.423	339.702	357.046	17.344	-0.931	11.830
C 16	156.184	325.839	356.421	30.582	-0.703	3.929
C 17	165.946	301.803	333.932	32.129	-0.380	-1.149
C 18	175.707	258.553	310.795	52.242	0.063	-2.656
C 18.5	180.588	225.061	277.732	52.672	0.321	-1.628
C 19	185.469	180.617	214.710	34.093	0.544	0.617
C 19.5	190.349	126.244	37.164	-89.081	0.082	2.360
C 20	195.230	72.063	36.860	-35.203	-0.222	2.009



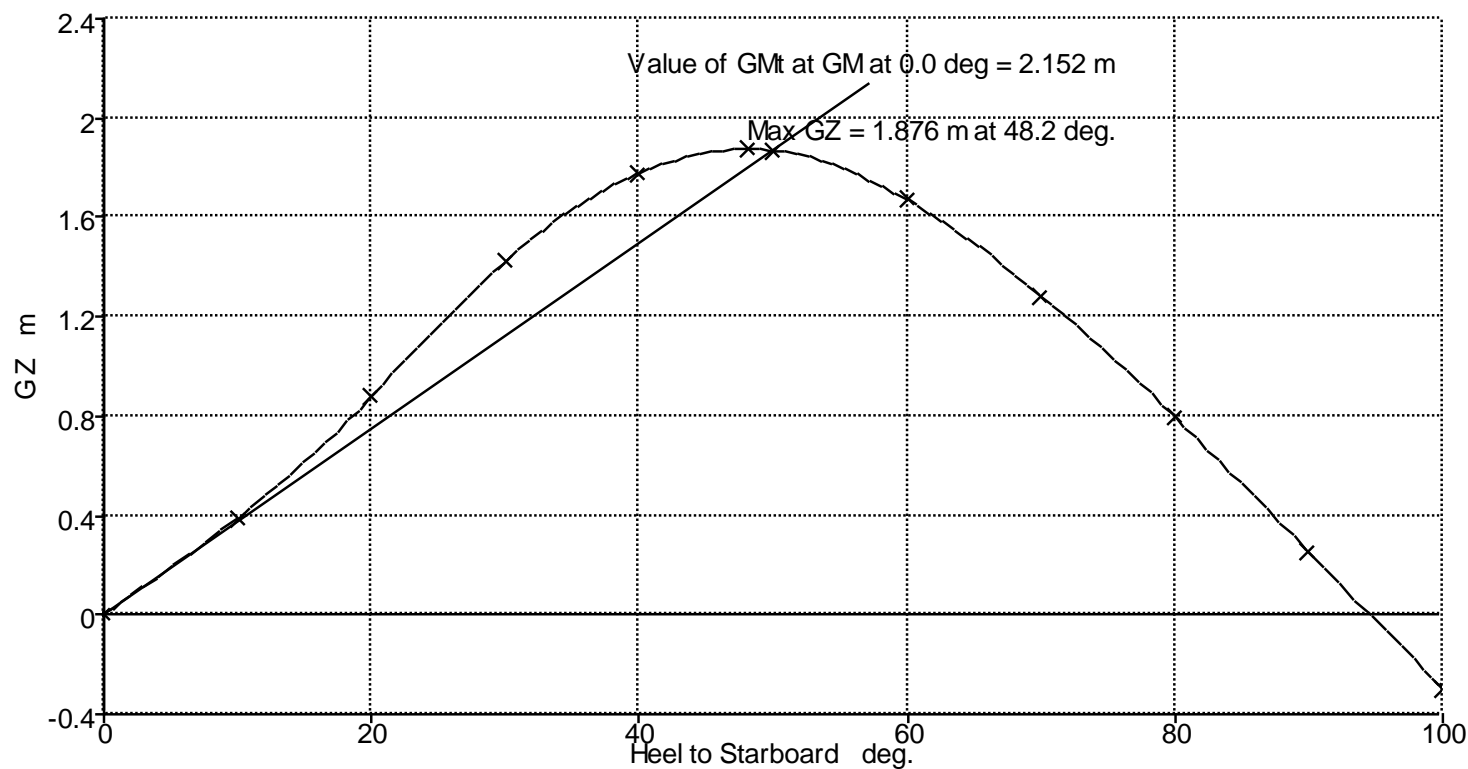
### 32.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

#### Loadcase -Cámara de Máquinas y Bodega N°7

Damage Case - cc.mm + cc.mm.+bod.7

Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 7, Lastre 7 Estribor, Lastre 7 Babor, Camara de Maquinas



Heel to Starboard degrees	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Displacement tonne	54088	54084	54083	54084	54083	54084	54084	54084	54084	54084
Draft at FP m	10.259	10.286	10.342	10.286	10.381	10.778	11.385	12.489	15.634	N/A
Draft at AP m	15.425	15.359	15.177	15.320	16.315	18.261	21.522	27.828	46.226	N/A
WL Length m	201.705	201.730	201.800	202.405	203.165	203.799	204.607	206.091	207.050	207.052
Immersed Depth m	15.159	15.690	17.169	18.346	19.477	20.373	20.783	20.650	20.005	19.367
WL Beam m	29.100	29.549	30.967	32.547	29.652	25.340	22.650	21.003	20.162	19.998
Wetted Area m <sup>2</sup>	9690.738	9696.993	9697.502	9989.763	10289.071	10438.713	10483.659	10516.361	10540.400	10556.030
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4520.671	4595.376	4827.377	4674.616	4396.454	3978.741	3599.213	3368.231	3247.275	3155.075
Prismatic Coeff.	0.661	0.663	0.668	0.673	0.677	0.682	0.687	0.688	0.688	0.691
Block Coeff.	0.593	0.564	0.492	0.437	0.450	0.502	0.548	0.590	0.632	0.658
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	105.326	105.329	105.335	105.331	105.323	105.309	105.294	105.282	105.275	105.275
VCB from DWL m	-6.112	-6.088	-6.019	-6.049	-6.442	-7.071	-7.667	-8.137	-8.445	-8.565
GZ m	0.001	0.390	0.880	1.426	1.777	1.871	1.671	1.285	0.794	0.252
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	103.289	103.338	104.360	110.471	112.561	112.417	112.371	112.262	112.233	114.017
TCF to zero pt. m	0.000	2.360	4.684	5.213	4.903	5.779	7.109	8.273	9.201	9.971
Max deck inclination deg	1.5	10.1	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	1.5	1.5	1.4	1.5	1.7	2.2	3.0	4.5	8.9	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.1: Range of residual positive stability</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	94.6	deg	94.6	
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>15.0</b>	<b>deg</b>	94.6	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.2: Area under residual GZ curve</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	94.6	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.859</b>	<b>m.deg</b>	<b>51.0309</b>	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.3: Maximum residual GZ</b>				<b>Pass</b>
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	0,0	deg		
	angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of spec. heel angle	180,0	deg		
	angle of max. GZ	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,100</b>	<b>m</b>	<b>1.876</b>	<b>Pass</b>
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	48.2	
SOLAS, II-1/8	<b>8.6.1 Residual GM with symmetrical flooding</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle	0,0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,050</b>	<b>m</b>	<b>2.152</b>	<b>Pass</b>

**33.- AVERÍA BODEGA N°7 Y N°6****33.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

**Damage Case – Avería bod7+bod6**Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 7, Bodega 6, Lastre 7 Estribor, Lastre 7 Babor, Lastre 6 Estribor, Lastre 6 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	0.000	9.400	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	0.000	7.420	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	Damaged							
Bodega 6	Damaged							
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	Damaged							
Lastre 7 Babor	Damaged							
Lastre 6 Estribor	Damaged							
Lastre 6 Babor	Damaged							
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum

Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	Damaged							
Escotilla 6	Damaged							
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
<b>Total Loadcase:</b>			47267.930	111.030	-0.001	9.857	0.000	
<b>FS correction:</b>						0.000		
<b>VCG fluid:</b>						9.857		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.532	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	110.980
Displacement tonne	47268	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	105.919
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.372
Draft at FP m	11.078	KG fluid m	9.857
Draft at AP m	13.987	BMt m	5.266
Draft at LCF m	12.407	BML m	272.129
Trim (+ve by stern) m	2.909	GMt corrected m	1.781
WL Length m	200.911	GML corrected m	268.644
WL Beam m	29.100	KMt m	11.638
Wetted Area m^2	9514.948	KML m	278.501
Waterpl. Area m^2	4056.969	Immersion (TPc) tonne/cm	41.584
Prismatic Coeff.	0.614	MTc tonne.m	650.931
Block Coeff.	0.570	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1469.199
Midship Area Coeff.	0.987	Max deck inclination deg	0.9
Waterpl. Area Coeff.	0.694	Trim angle (+ve by stern) deg	0.9

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	8.6.2: Heel angle at equilibrium for unsymmetrical flooding				Pass
	the angle of shall be greater than ( $\leq$ )	Heel 7.0	deg	0.0	Pass
SOLAS, II-1/8	8.6.3: Margin line immersion				Pass
	the min. freeboard of the shall be greater than ( $>$ )	Marginline 0.000	m	4.389	Pass

**33.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Averia Bodega N°7 y N°6****Damage Case - bod7+bod6**Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

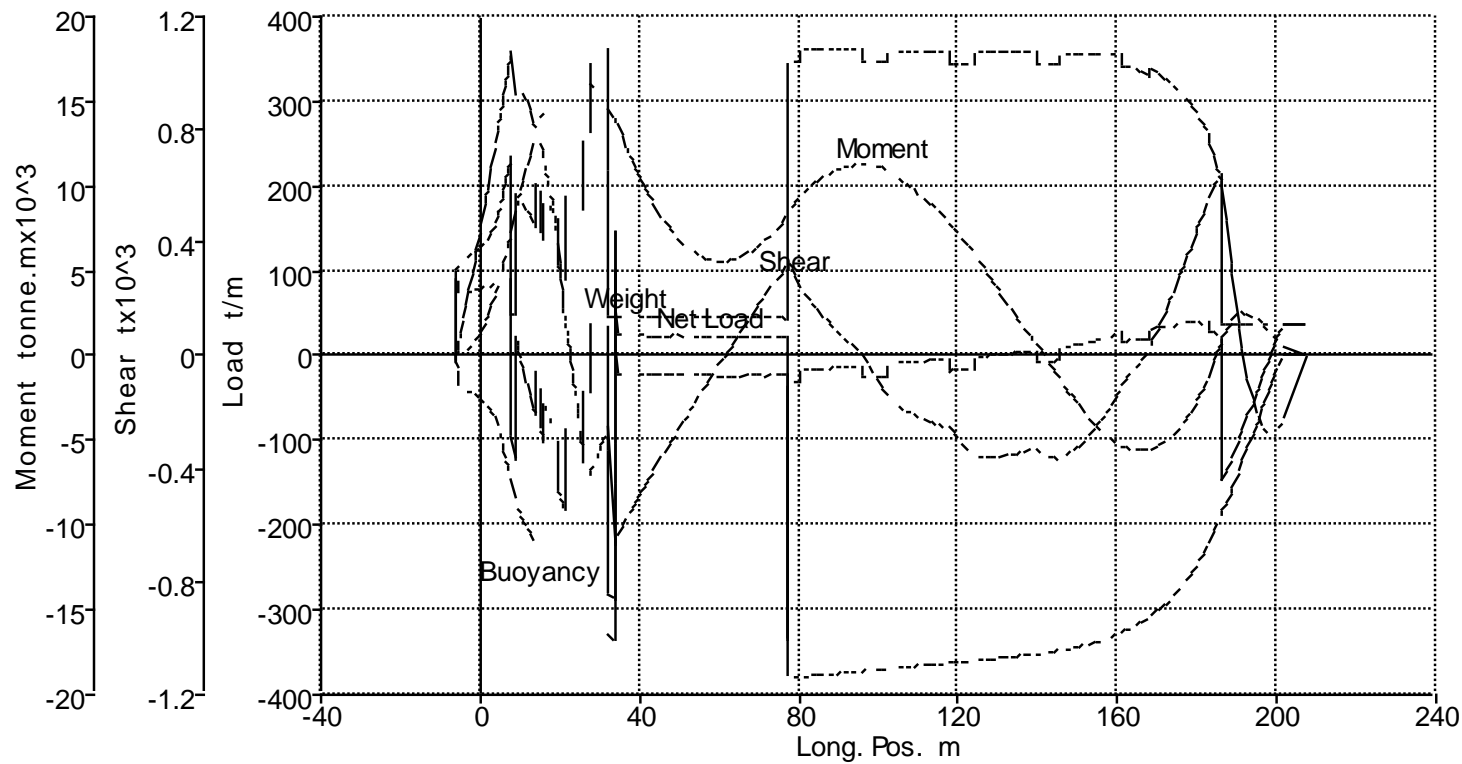
Compartments Damaged - Bodega 7, Bodega 6, Lastre 7 Estribor, Lastre 7 Babor, Lastre 6 Estribor, Lastre 6 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	9.400
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	9.000	25.000	0.000	7.420
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	Damaged							
Bodega 6	Damaged							
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	Damaged							
Lastre 7 Babor	Damaged							
Lastre 6 Estribor	Damaged							
Lastre 6 Babor	Damaged							
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316			6.003	14.774

Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	Damaged					
Escotilla 6	Damaged					
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010



Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010
Total Loadcase			47267.930	111.030	-0.001	9.857



Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	50.574	128.488	77.914	0.451	1.412
C 0.5	4.881	94.296	175.700	81.404	0.847	4.627
C 1	9.762	182.961	187.284	4.323	0.930	9.394
C 1.5	14.642	229.542	197.259	-32.283	0.778	13.688
C 2	19.523	263.487	162.496	-100.991	0.402	16.697
C 2.5	24.404	291.125	175.196	-115.929	-0.193	17.125
C 3	29.285	315.210	353.021	37.811	-0.354	15.456
C 3.5	34.165	-8.798	46.889	55.686	-0.639	13.689
C 4	39.046	21.332	46.585	25.253	-0.514	10.937
C 5	48.808	22.269	45.977	23.708	-0.282	7.182
C 6	58.569	23.530	45.369	21.839	-0.061	5.634
C 7	68.331	23.436	44.761	21.326	0.148	6.171
C 8	78.092	379.795	347.210	-32.584	0.309	8.711
C 9	87.854	375.892	360.796	-15.096	0.114	10.742
C 10	97.615	371.670	345.960	-25.709	-0.038	11.285
C 11	107.377	367.350	359.546	-7.804	-0.195	10.059
C 12	117.138	362.981	358.921	-4.060	-0.253	7.949
C 13	126.900	358.523	358.296	-0.227	-0.359	4.935
C 14	136.661	353.647	357.671	4.024	-0.341	1.589
C 15	146.423	347.287	357.046	9.759	-0.362	-1.695
C 16	156.184	336.579	356.421	19.842	-0.223	-4.522
C 17	165.946	315.113	333.932	18.818	-0.018	-5.546
C 18	175.707	273.068	310.795	37.727	0.287	-4.257
C 18.5	180.588	239.237	277.732	38.496	0.475	-2.344
C 19	185.469	193.411	214.710	21.299	0.632	0.450
C 19.5	190.349	135.953	37.164	-98.789	0.114	2.441
C 20	195.230	74.178	36.860	-37.318	-0.221	2.115

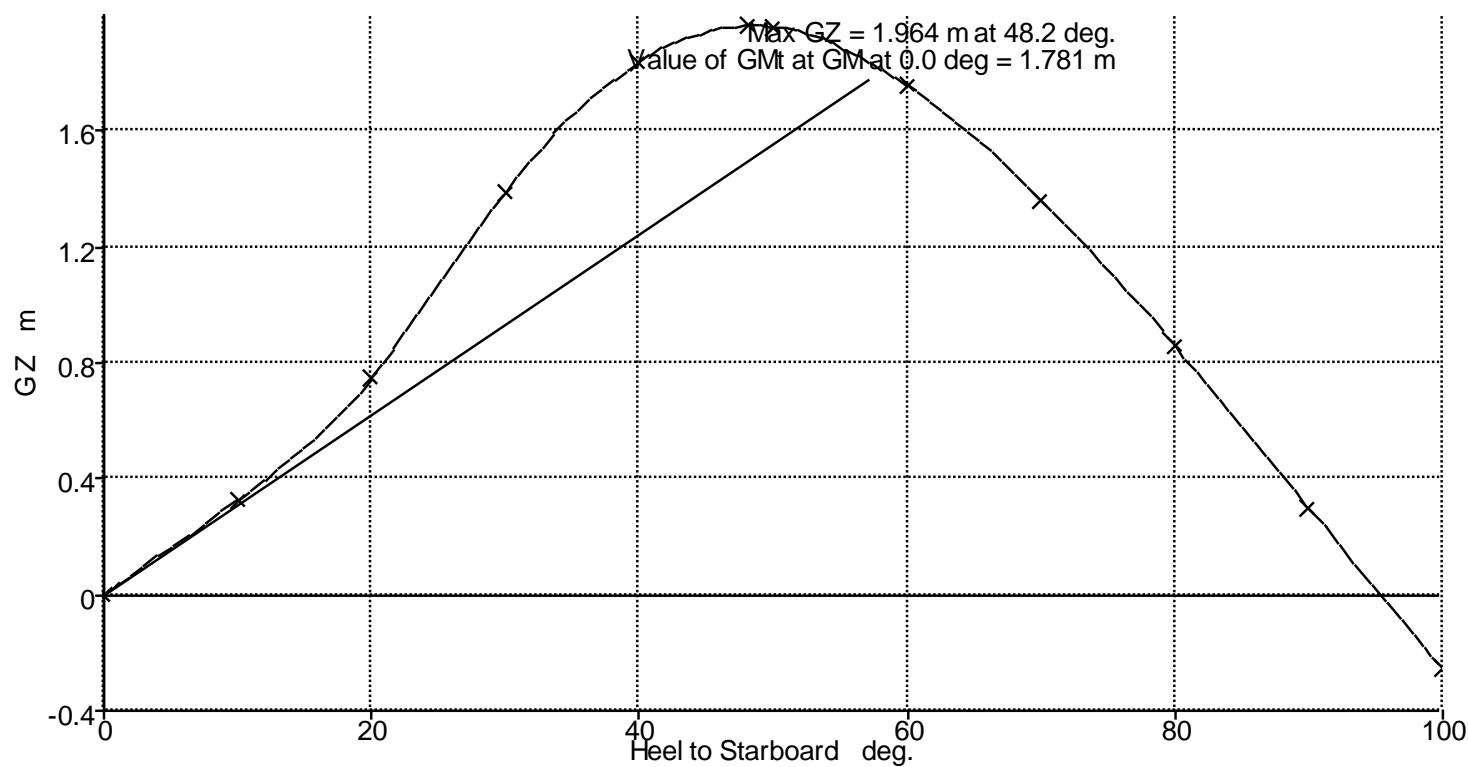
### 33.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

#### Loadcase - Averia Bodega N°7 y N°6

##### Damage Case - bod7+bod6

Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 7, Bodega 6, Lastre 7 Estribor, Lastre 7 Babor, Lastre 6 Estribor, Lastre 6 Babor



Heel to Starboard degrees	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Displacement tonne	47268	47268	47268	47267	47268	47268	47268	47268	47268	47268
Draft at FP m	11.078	11.097	11.160	11.232	11.594	12.422	13.706	16.108	23.029	N/A
Draft at AP m	13.987	13.925	13.707	13.333	13.496	14.205	15.495	18.098	25.830	N/A
WL Length m	200.911	200.947	201.012	200.968	201.211	202.512	205.351	206.870	207.065	206.382
Immersed Depth m	13.837	14.952	16.451	17.474	18.379	19.039	19.228	18.919	18.135	17.103
WL Beam m	29.100	29.549	30.966	31.923	29.450	25.320	22.552	20.940	20.100	19.910
Wetted Area m <sup>2</sup>	9514.948	9519.835	9533.780	9680.284	9951.994	10050.708	10064.831	10068.983	10068.694	10067.276
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4056.969	4124.502	4434.143	4522.635	4149.906	3698.266	3353.492	3144.839	3036.431	3014.294
Prismatic Coeff.	0.614	0.615	0.621	0.636	0.653	0.664	0.664	0.666	0.670	0.676
Block Coeff.	0.570	0.519	0.450	0.411	0.423	0.472	0.518	0.563	0.611	0.656
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	110.980	110.980	110.996	110.999	111.000	111.004	111.008	111.012	111.017	111.022
VCB from DWL m	-5.959	-5.934	-5.860	-5.764	-6.033	-6.555	-7.050	-7.446	-7.706	-7.813
GZ m	0.001	0.326	0.748	1.390	1.837	1.960	1.758	1.364	0.859	0.300
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	105.919	106.097	105.341	108.705	111.629	111.815	111.624	111.453	111.201	111.019
TCF to zero pt. m	0.000	2.341	4.927	6.092	5.513	6.489	7.692	8.719	9.499	10.007
Max deck inclination deg	0.9	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.8	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.1: Range of residual positive stability</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	95.4	deg	95.4	
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>15.0</b>	<b>deg</b>	95.4	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.2: Area under residual GZ curve</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	95.4	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.859</b>	<b>m.deg</b>	<b>49.5534</b>	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.3: Maximum residual GZ</b>				<b>Pass</b>
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	0,0	deg		
	angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of spec. heel angle	180,0	deg		
	angle of max. GZ	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,100</b>	<b>m</b>	<b>1.964</b>	<b>Pass</b>
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	43.6	
SOLAS, II-1/8	<b>8.6.1 Residual GM with symmetrical flooding</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle	0,0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,050</b>	<b>m</b>	<b>1.781</b>	<b>Pass</b>

**34.- AVERÍA BODEGA N°6 Y N°5****34.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

**Damage Case - bod6+bod5**Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 6, Bodega 5, Lastre 6 Estribor, Lastre 6 Babor, Lastre 5 Estribor, Lastre 5 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	0.000	9.400	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	0.000	7.420	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	Damaged							
Bodega 5	Damaged							
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	Damaged							
Lastre 6 Babor	Damaged							
Lastre 5 Estribor	Damaged							
Lastre 5 Babor	Damaged							
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum

Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	Damaged							
Escotilla 5	Damaged							
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			47015.614	105.114	-0.001	9.866	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						9.866		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.516	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	105.055
Displacement tonne	47018	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	100.058
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.430
Draft at FP m	11.319	KG fluid m	9.866
Draft at AP m	13.714	BMt m	5.173
Draft at LCF m	12.485	BML m	311.362
Trim (+ve by stern) m	2.395	GMt corrected m	1.736
WL Length m	200.889	GML corrected m	307.924
WL Beam m	29.100	KMt m	11.603
Wetted Area m^2	9498.080	KML m	317.791
Waterpl. Area m^2	4024.581	Immersion (TPc) tonne/cm	41.252
Prismatic Coeff.	0.616	MTc tonne.m	742.168
Block Coeff.	0.577	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1424.604
Midship Area Coeff.	0.990	Max deck inclination deg	0.7
Waterpl. Area Coeff.	0.688	Trim angle (+ve by stern) deg	0.7

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	8.6.2: Heel angle at equilibrium for unsymmetrical flooding				Pass
	the angle of shall be greater than ( $\leq$ )	Heel 7.0	deg	0.0	Pass
SOLAS, II-1/8	8.6.3: Margin line immersion				Pass
	the min. freeboard of the shall be greater than ( $>$ )	Marginline 0.000	m	4.678	Pass



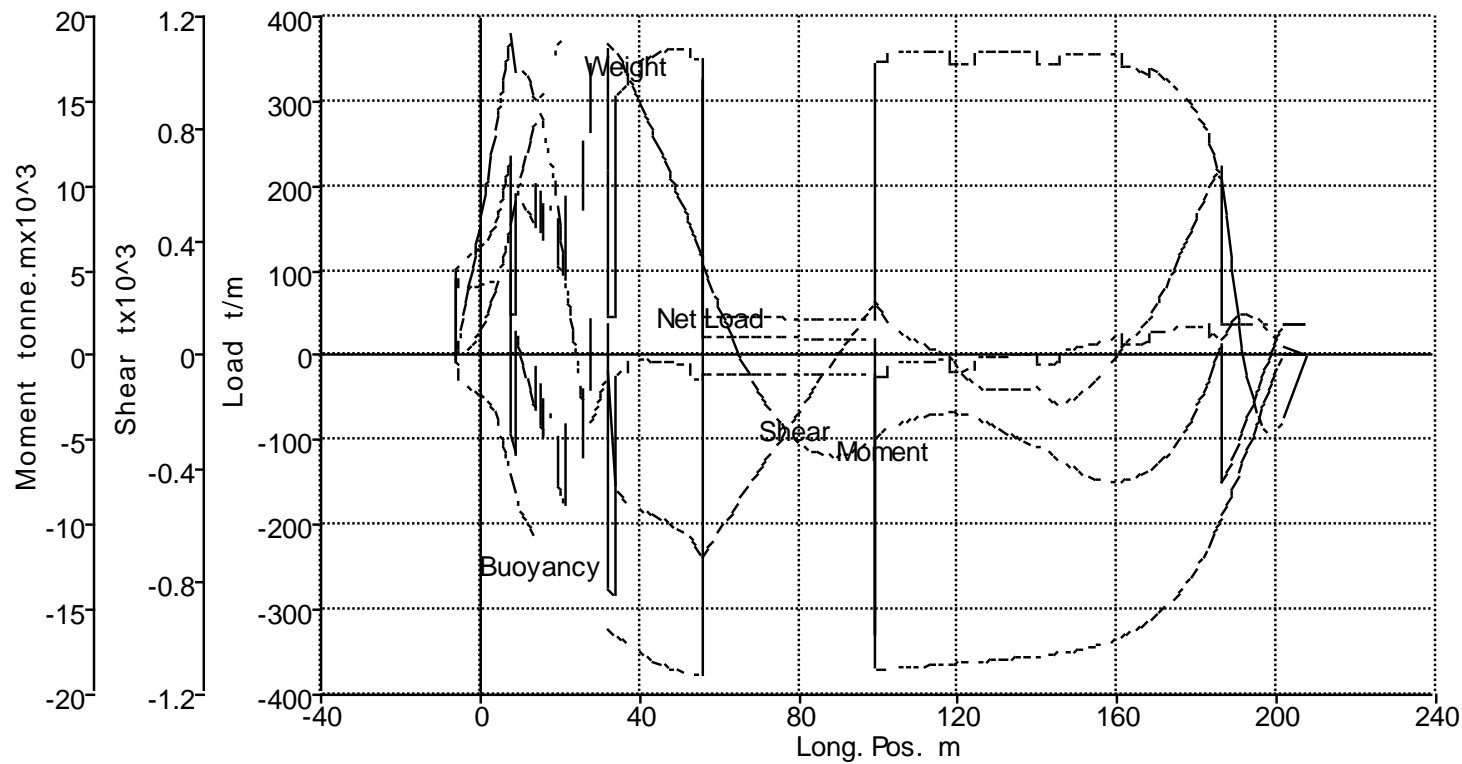
**34.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Averia Bodega N°6 y N°5****Damage Case - bod6+bod5**Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 6, Bodega 5, Lastre 6 Estribor, Lastre 6 Babor, Lastre 5 Estribor, Lastre 5 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	9.400
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	9.000	25.000	0.000	7.420
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	Damaged							
Bodega 5	Damaged							
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	Damaged							
Lastre 6 Babor	Damaged							
Lastre 5 Estribor	Damaged							
Lastre 5 Babor	Damaged							
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316			6.003	14.774

Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	Damaged					
Escotilla 5	Damaged					
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010

Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010
Total Loadcase			47015.614	105.114	-0.001	9.866



Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	45.801	128.488	82.686	0.478	1.508
C 0.5	4.881	89.219	175.700	86.481	0.897	4.927
C 1	9.762	177.638	187.284	9.646	1.006	10.019
C 1.5	14.642	224.143	197.259	-26.885	0.880	14.764
C 2	19.523	258.105	162.496	-95.608	0.531	18.352
C 2.5	24.404	285.822	175.196	-110.626	-0.038	19.488
C 3	29.285	310.035	353.021	42.986	-0.174	18.653
C 3.5	34.165	330.558	309.486	-21.072	-0.478	17.835
C 4	39.046	347.595	343.505	-4.090	-0.543	15.367
C 5	48.808	370.218	361.802	-8.416	-0.603	9.951
C 6	58.569	23.355	45.369	22.014	-0.653	3.659
C 7	68.331	23.299	44.761	21.463	-0.442	-1.543
C 8	78.092	23.420	44.154	20.733	-0.236	-4.712
C 9	87.854	23.260	43.546	20.286	-0.036	-5.902
C 10	97.615	23.083	42.938	19.855	0.160	-5.158
C 11	107.377	367.646	359.546	-8.100	0.068	-3.840
C 12	117.138	364.044	358.921	-5.123	0.003	-3.390
C 13	126.900	360.354	358.296	-2.057	-0.117	-3.944
C 14	136.661	356.242	357.671	1.430	-0.120	-5.006
C 15	146.423	350.631	357.046	6.415	-0.170	-6.252
C 16	156.184	340.613	356.421	15.808	-0.067	-7.359
C 17	165.946	319.655	333.932	14.277	0.096	-7.046
C 18	175.707	277.716	310.795	33.079	0.356	-4.850
C 18.5	180.588	243.673	277.732	34.059	0.522	-2.650
C 19	185.469	197.339	214.710	17.370	0.659	0.326
C 19.5	190.349	138.863	37.164	-101.699	0.123	2.407
C 20	195.230	74.749	36.860	-37.889	-0.221	2.105

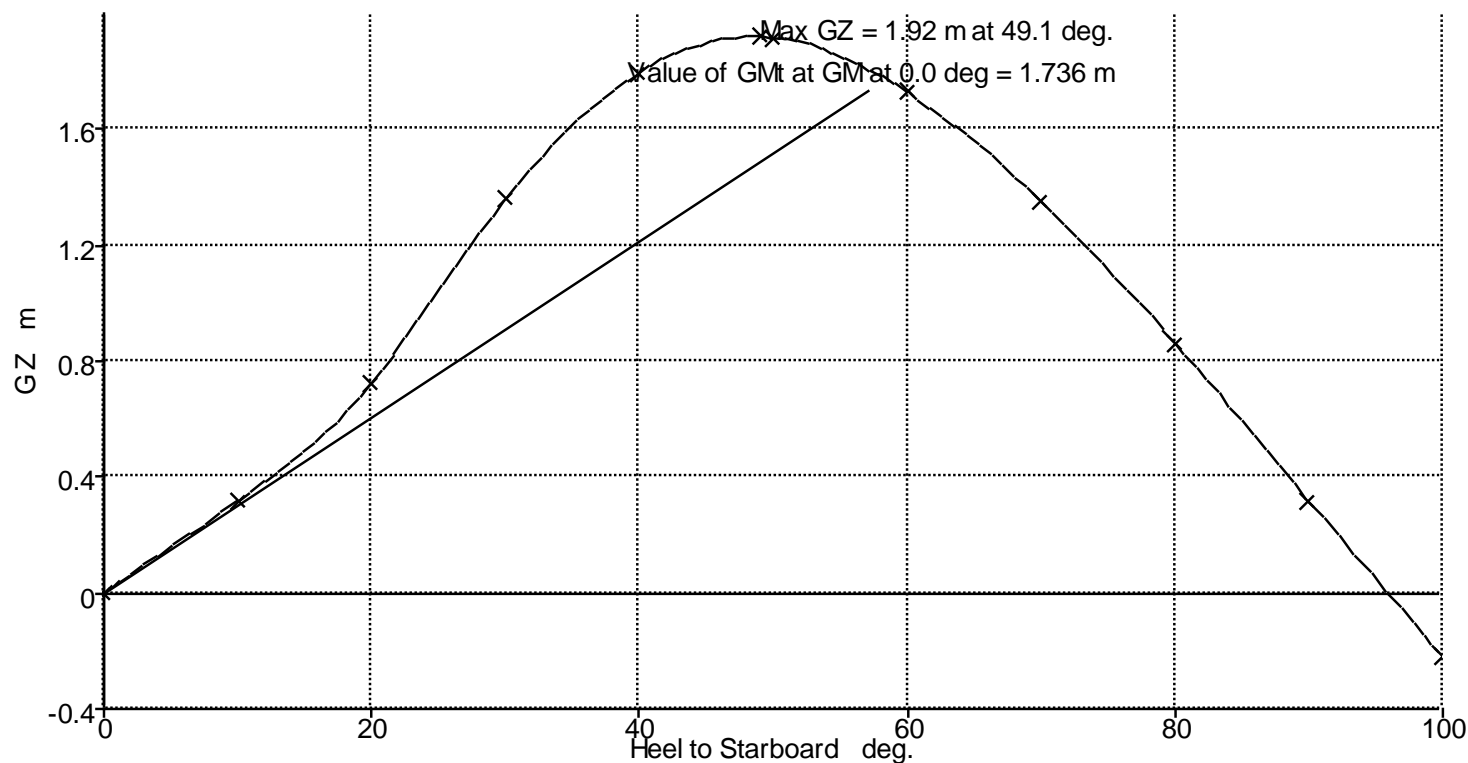
### 34.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

#### Loadcase - Averia Bodega N°6 y N°5

##### Damage Case - bod6+bod5

Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 6, Bodega 5, Lastre 6 Estribor, Lastre 6 Babor, Lastre 5 Estribor, Lastre 5 Babor



Heel to Starboard degrees	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Displacement tonne	47018	47016	47016	47015	47016	47016	47016	47016	47016	47016
Draft at FP m	11.319	11.337	11.374	11.365	11.655	12.407	13.588	15.817	22.264	N/A
Draft at AP m	13.714	13.653	13.479	13.198	13.416	14.209	15.647	18.507	26.945	N/A
WL Length m	200.889	200.921	200.990	200.878	201.137	202.498	205.292	206.848	207.095	206.492
Immersed Depth m	13.590	14.838	16.385	17.442	18.358	19.037	19.250	18.959	18.191	17.200
WL Beam m	29.100	29.549	30.966	31.790	29.428	25.320	22.556	20.945	20.108	19.925
Wetted Area m <sup>2</sup>	9498.080	9503.461	9523.082	9677.163	9947.771	10048.728	10066.491	10077.228	10080.168	10081.720
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4024.581	4090.611	4367.871	4482.439	4109.417	3687.114	3351.556	3143.381	3036.483	3014.974
Prismatic Coeff.	0.616	0.617	0.622	0.635	0.651	0.660	0.660	0.661	0.664	0.669
Block Coeff.	0.577	0.521	0.450	0.412	0.422	0.470	0.515	0.558	0.605	0.648
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	105.055	105.074	105.080	105.085	105.087	105.089	105.090	105.091	105.093	105.096
VCB from DWL m	-5.994	-5.965	-5.882	-5.763	-6.005	-6.509	-6.999	-7.394	-7.656	-7.767
GZ m	0.001	0.317	0.725	1.359	1.795	1.917	1.729	1.351	0.863	0.320
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	100.058	100.269	100.275	103.736	106.252	106.221	106.138	106.009	105.849	105.727
TCF to zero pt. m	0.000	2.376	4.901	6.182	5.618	6.506	7.686	8.713	9.495	10.007
Max deck inclination deg	0.7	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.8	1.4	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.1: Range of residual positive stability</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	95.9	deg	95.9	
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>15.0</b>	<b>deg</b>	95.9	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.2: Area under residual GZ curve</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	49.1	deg	49.1	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	95.9	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.859</b>	<b>m.deg</b>	<b>50.100</b>	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.3: Maximum residual GZ</b>				<b>Pass</b>
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	0,0	deg		
	angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of spec. heel angle	180,0	deg		
	angle of max. GZ	49.1	deg	49.1	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,100</b>	<b>m</b>	<b>1.920</b>	<b>Pass</b>
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	49.1	
SOLAS, II-1/8	<b>8.6.1 Residual GM with symmetrical flooding</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle	0,0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,050</b>	<b>m</b>	<b>1.736</b>	<b>Pass</b>

**35.- AVERÍA BODEGA N°5 Y N°4****35.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

**Damage Case - bod5+bod4**Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 5, Bodega 4, Lastre 5 Estribor, Lastre 5 Babor, Lastre 4 Estribor, Lastre 4 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	0.000	9.400	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	0.000	7.420	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	Damaged							
Bodega 4	Damaged							
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	Damaged							
Lastre 5 Babor	Damaged							
Lastre 4 Estribor	Damaged							
Lastre 4 Babor	Damaged							
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum



Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	Damaged							
Escotilla 4	Damaged							

Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
<b>Total Loadcase:</b>			47017.282	98.808	-0.001	9.870	0.000	
<b>FS correction:</b>						0.000		
<b>VCG fluid:</b>						9.870		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.462	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	98.790
Displacement tonne	47014	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	93.849
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.433
Draft at FP m	11.507	KG fluid m	9.870
Draft at AP m	13.416	BMt m	5.142
Draft at LCF m	12.498	BML m	319.387
Trim (+ve by stern) m	1.909	GMt corrected m	1.705
WL Length m	200.890	GML corrected m	315.949
WL Beam m	29.100	KMt m	11.575
Wetted Area m^2	9465.088	KML m	325.819
Waterpl. Area m^2	4011.745	Immersion (TPc) tonne/cm	41.120
Prismatic Coeff.	0.622	MTc tonne.m	761.447
Block Coeff.	0.589	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1398.774
Midship Area Coeff.	0.992	Max deck inclination deg	0.6
Waterpl. Area Coeff.	0.686	Trim angle (+ve by stern) deg	0.6

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	8.6.2: Heel angle at equilibrium for unsymmetrical flooding				Pass
	the angle of shall be greater than ( $\leq$ )	Heel 7.0	deg	0.0	Pass
SOLAS, II-1/8	8.6.3: Margin line immersion				Pass
	the min. freeboard of the shall be greater than ( $>$ )	Marginline 0.000	m	4.990	Pass

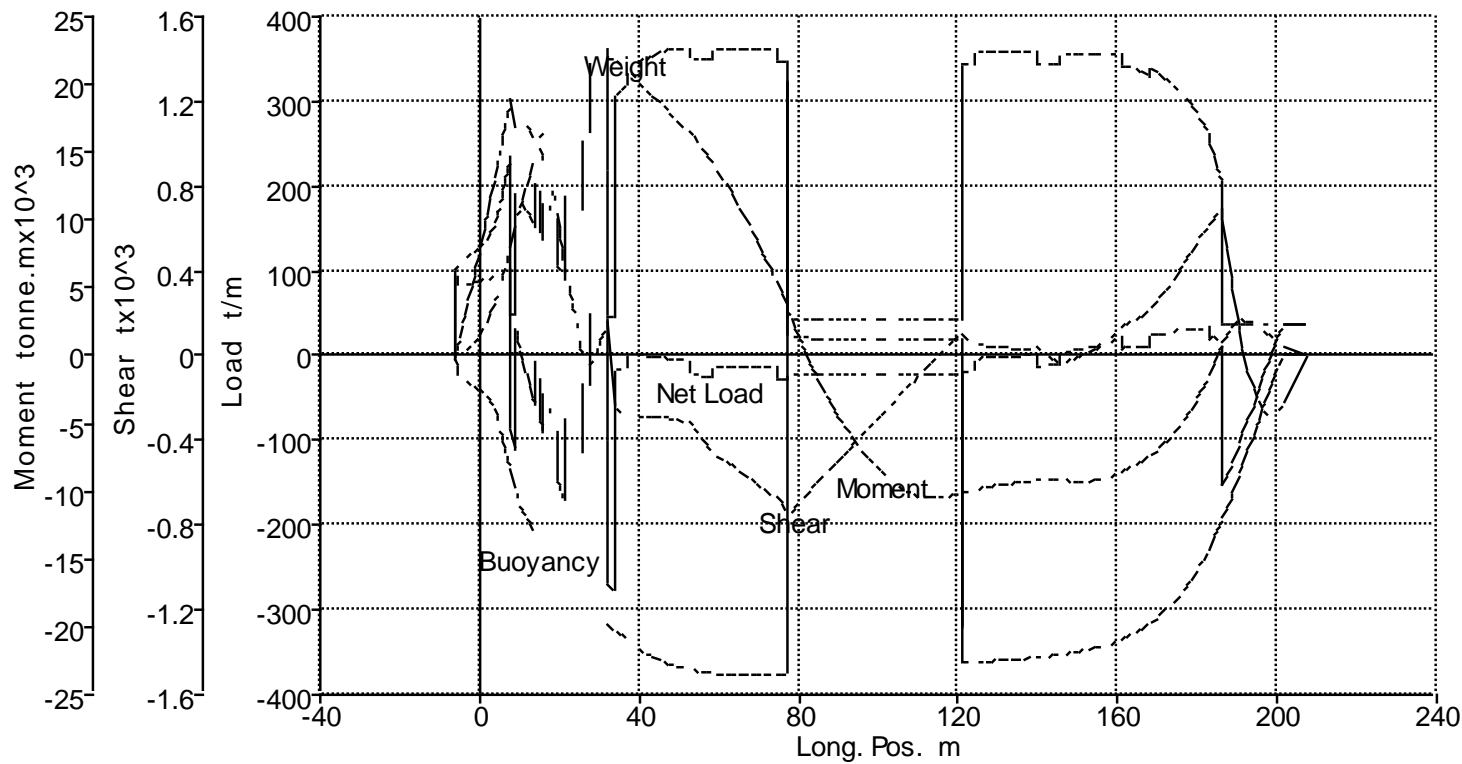
**35.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Averia Bodega N°5 y N°4****Damage Case - bod5+bod4**Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 5, Bodega 4, Lastre 5 Estribor, Lastre 5 Babor, Lastre 4 Estribor, Lastre 4 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	9.400
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	9.000	25.000	0.000	7.420
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	Damaged							
Bodega 4	Damaged							
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	Damaged							
Lastre 5 Babor	Damaged							
Lastre 4 Estribor	Damaged							
Lastre 4 Babor	Damaged							
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316			6.003	14.774

Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	Damaged					
Escotilla 4	Damaged					
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010

Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010
Total Loadcase			47017.282	98.808	-0.001	9.870



Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 <sup>3</sup>	Moment tonne.mx10 <sup>3</sup>
C 0	0.000	40.754	128.488	87.734	0.505	1.520
C 0.5	4.881	83.763	175.700	91.937	0.950	5.082
C 1	9.762	171.830	187.284	15.454	1.087	10.447
C 1.5	14.642	218.182	197.259	-20.923	0.989	15.603
C 2	19.523	252.093	162.496	-89.597	0.669	19.744
C 2.5	24.404	279.830	175.196	-104.634	0.130	21.576
C 3	29.285	304.116	353.021	48.905	0.023	21.579
C 3.5	34.165	324.767	309.486	-15.280	-0.253	21.741
C 4	39.046	341.982	343.505	1.523	-0.290	20.391
C 5	48.808	365.099	361.802	-3.296	-0.298	17.606
C 6	58.569	374.672	348.460	-26.211	-0.458	14.195
C 7	68.331	375.963	362.046	-13.916	-0.588	9.149
C 8	78.092	23.267	44.154	20.887	-0.738	2.707
C 9	87.854	23.142	43.546	20.403	-0.536	-3.457
C 10	97.615	23.002	42.938	19.936	-0.339	-7.675
C 11	107.377	22.851	42.330	19.479	-0.147	-9.993
C 12	117.138	22.709	41.722	19.014	0.041	-10.455
C 13	126.900	360.903	358.296	-2.607	0.046	-9.723
C 14	136.661	357.514	357.671	0.157	0.034	-9.305
C 15	146.423	352.618	357.046	4.428	-0.032	-9.192
C 16	156.184	343.272	356.421	13.149	0.048	-9.130
C 17	165.946	322.852	333.932	11.080	0.182	-7.900
C 18	175.707	281.143	310.795	29.652	0.409	-5.090
C 18.5	180.588	247.005	277.732	30.727	0.559	-2.704
C 19	185.469	200.341	214.710	14.369	0.679	0.379
C 19.5	190.349	141.115	37.164	-103.952	0.131	2.496
C 20	195.230	75.190	36.860	-38.330	-0.221	2.179

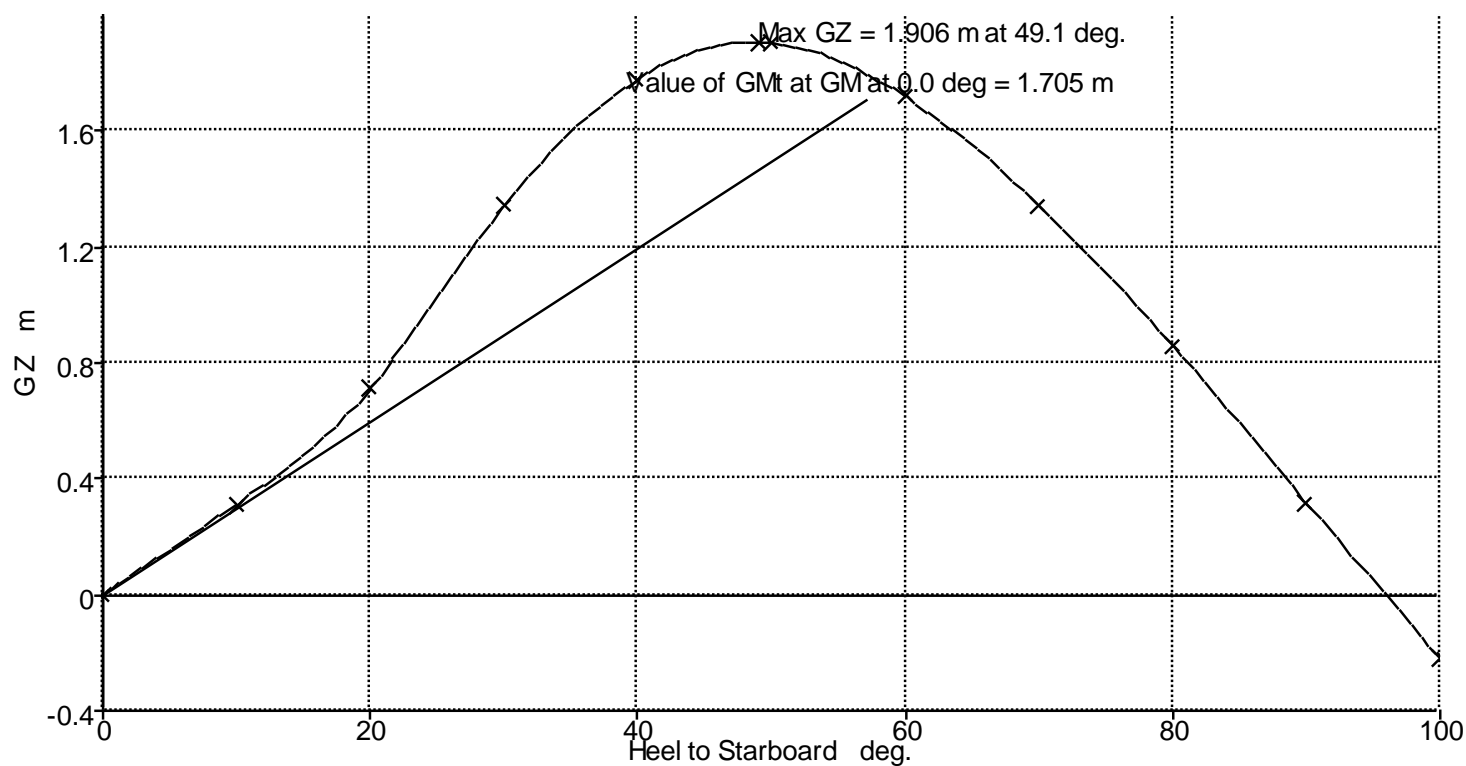
### 35.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

#### Loadcase - Averia Bodega N°5 y N°4

##### Damage Case - bod5+bod4

Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 5, Bodega 4, Lastre 5 Estribor, Lastre 5 Babor, Lastre 4 Estribor, Lastre 4 Babor



Heel to Starboard degrees	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Displacement tonne	47014	47017	47017	47021	47017	47021	47019	47019	47019	47021
Draft at FP m	11.507	11.513	11.540	11.468	11.674	12.348	13.430	15.488	21.465	N/A
Draft at AP m	13.416	13.374	13.226	13.023	13.316	14.199	15.742	18.776	27.681	N/A
WL Length m	200.890	200.915	200.983	200.881	201.113	202.441	205.214	206.806	207.127	206.601
Immersed Depth m	13.318	14.705	16.293	17.380	18.315	19.018	19.247	18.969	18.214	17.257
WL Beam m	29.100	29.549	30.966	31.722	29.441	25.320	22.561	20.949	20.117	19.941
Wetted Area m <sup>2</sup>	9465.088	9472.678	9496.881	9655.032	9930.668	10036.938	10057.306	10071.977	10076.449	10079.600
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4011.745	4078.321	4323.905	4476.835	4103.292	3687.364	3352.636	3143.076	3036.855	3015.827
Prismatic Coeff.	0.622	0.624	0.628	0.639	0.653	0.661	0.660	0.660	0.663	0.667
Block Coeff.	0.589	0.525	0.452	0.414	0.423	0.471	0.515	0.558	0.604	0.645
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	98.790	98.776	98.781	98.783	98.783	98.782	98.781	98.780	98.780	98.782
VCB from DWL m	-6.016	-5.986	-5.902	-5.776	-6.007	-6.510	-7.001	-7.396	-7.659	-7.770
GZ m	0.001	0.312	0.711	1.342	1.779	1.904	1.720	1.345	0.859	0.320
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	93.849	94.045	94.453	98.148	100.246	100.425	100.574	100.537	100.481	100.415
TCF to zero pt. m	0.000	2.384	4.811	6.217	5.635	6.495	7.676	8.708	9.493	10.007
Max deck inclination deg	0.6	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	1.0	1.8	N/A



Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.1: Range of residual positive stability</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	95.9	deg	95.9	
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>15.0</b>	<b>deg</b>	95.9	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.2: Area under residual GZ curve</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	49.1	deg	49.1	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	95.9	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.859</b>	<b>m.deg</b>	<b>49.5196</b>	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.3: Maximum residual GZ</b>				<b>Pass</b>
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	0,0	deg		
	angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of spec. heel angle	180,0	deg		
	angle of max. GZ	49.1	deg	49.1	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,100</b>	<b>m</b>	<b>1.906</b>	<b>Pass</b>
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	49.1	
SOLAS, II-1/8	<b>8.6.1 Residual GM with symmetrical flooding</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle	0,0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,050</b>	<b>m</b>	<b>1.705</b>	<b>Pass</b>

**36.- AVERÍA BODEGA N°4 Y N°3****36.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

**Damage Case - bod4+bod3**Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 4, Bodega 3, Lastre 4 Estribor, Lastre 4 Babor, Lastre 3 Estribor, Lastre 3 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	0.000	9.400	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	0.000	7.420	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	Damaged							
Bodega 3	Damaged							
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	Damaged							
Lastre 4 Babor	Damaged							
Lastre 3 Estribor	Damaged							
Lastre 3 Babor	Damaged							
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum

Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	Damaged							

Escotilla 3	Damaged							
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Total Loadcase:			47018.953	92.505	-0.001	9.874	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						9.874		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.413	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	92.475
Displacement tonne	47019	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	87.511
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.427
Draft at FP m	11.609	KG fluid m	9.874
Draft at AP m	13.218	BMt m	5.128
Draft at LCF m	12.496	BML m	296.255
Trim (+ve by stern) m	1.610	GMt corrected m	1.681
WL Length m	200.896	GML corrected m	292.809
WL Beam m	29.100	KMt m	11.556
Wetted Area m^2	9438.432	KML m	302.683
Waterpl. Area m^2	4004.535	Immersion (TPc) tonne/cm	41.046
Prismatic Coeff.	0.627	MTc tonne.m	705.746
Block Coeff.	0.597	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1379.687
Midship Area Coeff.	0.992	Max deck inclination deg	0.5
Waterpl. Area Coeff.	0.685	Trim angle (+ve by stern) deg	0.5

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	8.6.2: Heel angle at equilibrium for unsymmetrical flooding				Pass
	the angle of shall be greater than ( $\leq$ )	Heel 7.0	deg	0.0	Pass
SOLAS, II-1/8	8.6.3: Margin line immersion				Pass
	the min. freeboard of the shall be greater than ( $>$ )	Marginline 0.000	m	5.198	Pass

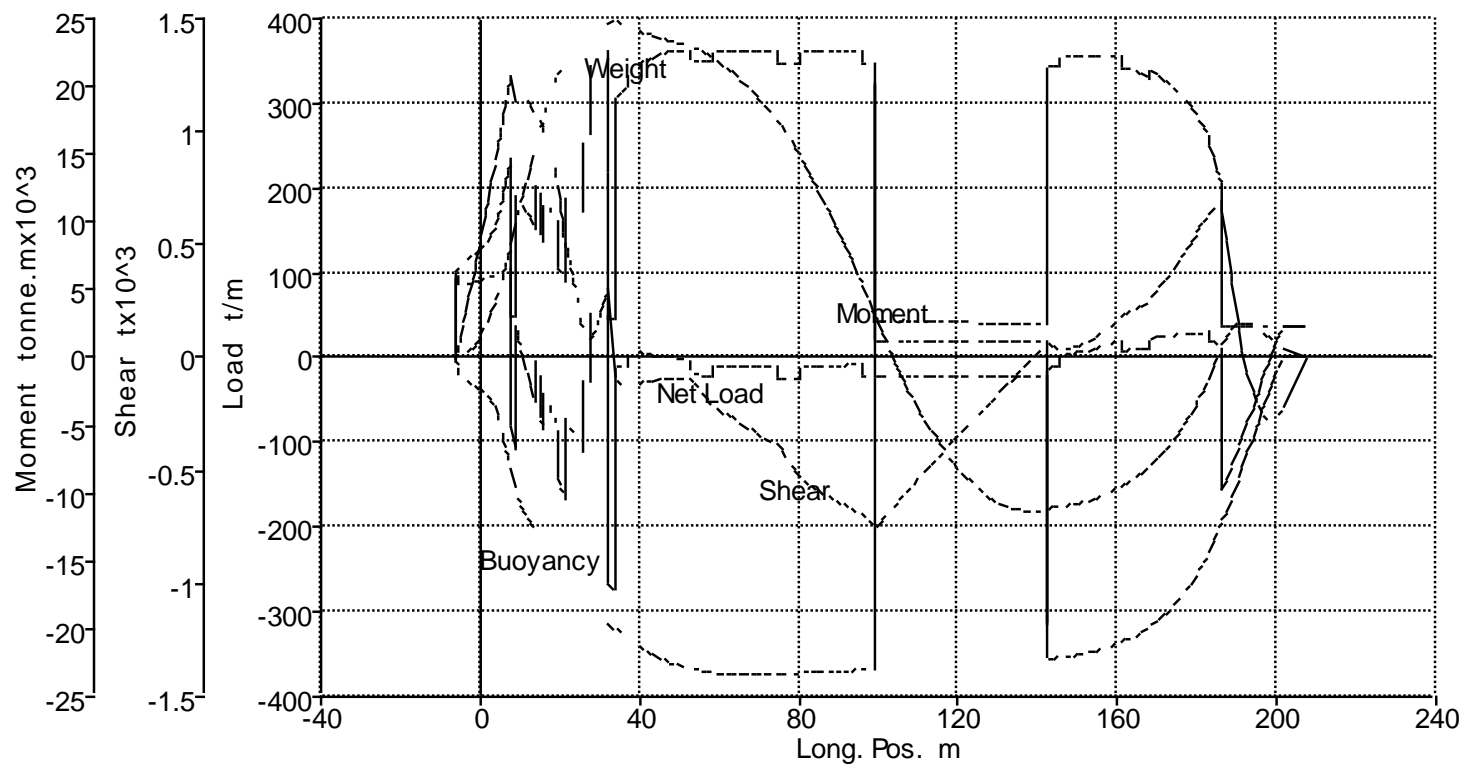
**36.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Averia Bodega N°4 y N°3****Damage Case - bod4+bod3**Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 4, Bodega 3, Lastre 4 Estribor, Lastre 4 Babor, Lastre 3 Estribor, Lastre 3 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	9.400
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	9.000	25.000	0.000	7.420
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	Damaged							
Bodega 3	Damaged							
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	Damaged							
Lastre 4 Babor	Damaged							
Lastre 3 Estribor	Damaged							
Lastre 3 Babor	Damaged							
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557

Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	Damaged					
Escotilla 3	Damaged					

Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010
Total Loadcase	0%	2848.039	0.000	17.035	0.000	9.988



Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	37.486	128.488	91.001	0.523	1.595
C 0.5	4.881	80.188	175.700	95.512	0.985	5.305
C 1	9.762	167.980	187.284	19.304	1.140	10.902
C 1.5	14.642	214.201	197.259	-16.942	1.061	16.382
C 2	19.523	248.053	162.496	-85.556	0.761	20.943
C 2.5	24.404	275.778	175.196	-100.582	0.241	23.289
C 3	29.285	300.089	353.021	52.932	0.154	23.904
C 3.5	34.165	320.803	309.486	-11.316	-0.102	24.773
C 4	39.046	338.114	343.505	5.391	-0.120	24.224
C 5	48.808	361.517	361.802	0.285	-0.091	23.316
C 6	58.569	371.472	348.460	-23.012	-0.218	22.122
C 7	68.331	373.192	362.046	-11.145	-0.318	19.597
C 8	78.092	372.388	347.210	-25.178	-0.482	15.924
C 9	87.854	370.422	360.796	-9.626	-0.615	10.517
C 10	97.615	368.138	345.960	-22.178	-0.722	4.143
C 11	107.377	22.801	42.330	19.529	-0.589	-2.429
C 12	117.138	22.682	41.722	19.041	-0.400	-7.182
C 13	126.900	22.553	41.114	18.562	-0.217	-10.121
C 14	136.661	22.380	40.507	18.127	-0.038	-11.290
C 15	146.423	353.412	357.046	3.634	0.035	-10.952
C 16	156.184	344.490	356.421	11.931	0.105	-10.264
C 17	165.946	324.423	333.932	9.509	0.226	-8.523
C 18	175.707	282.903	310.795	27.892	0.436	-5.352
C 18.5	180.588	248.745	277.732	28.987	0.577	-2.847
C 19	185.469	201.931	214.710	12.778	0.690	0.314
C 19.5	190.349	142.323	37.164	-105.159	0.135	2.471
C 20	195.230	75.429	36.860	-38.569	-0.221	2.167



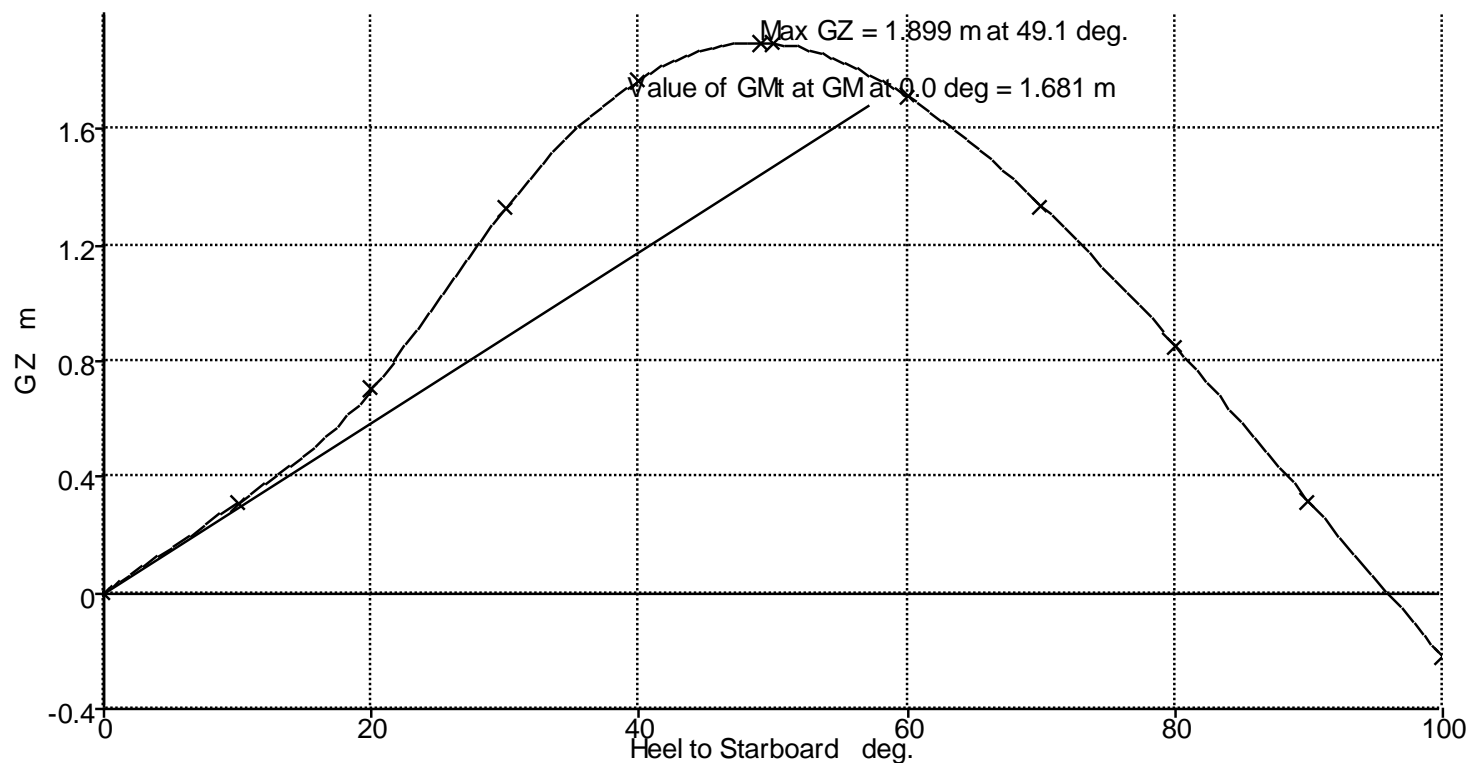
### 36.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

#### Loadcase - Avería Bodega N°4 y N°3

##### Damage Case - bod4+bod3

Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 4, Bodega 3, Lastre 4 Estribor, Lastre 4 Babor, Lastre 3 Estribor, Lastre 3 Babor



Heel to Starboard degrees	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Displacement tonne	47019	47019	47019	47019	47024	47021	47021	47020	47016	47018
Draft at FP m	11.609	11.619	11.644	11.513	11.621	12.199	13.157	14.989	20.348	N/A
Draft at AP m	13.218	13.174	13.039	12.896	13.269	14.230	15.870	19.065	28.377	N/A
WL Length m	200.896	200.916	200.981	200.884	201.175	202.296	205.060	206.687	207.171	206.750
Immersed Depth m	13.135	14.612	16.217	17.324	18.277	18.994	19.235	18.967	18.219	17.294
WL Beam m	29.100	29.549	30.966	31.721	29.488	25.320	22.568	20.956	20.128	19.959
Wetted Area m <sup>2</sup>	9438.432	9446.613	9474.113	9631.077	9910.148	10015.766	10038.036	10051.892	10058.152	10062.732
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4004.535	4071.222	4295.199	4477.529	4108.408	3688.185	3354.391	3146.411	3038.883	3017.428
Prismatic Coeff.	0.627	0.628	0.632	0.642	0.655	0.663	0.661	0.661	0.662	0.666
Block Coeff.	0.597	0.529	0.454	0.416	0.423	0.472	0.515	0.558	0.604	0.643
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	92.475	92.478	92.482	92.482	92.479	92.476	92.473	92.470	92.481	92.468
VCB from DWL m	-6.027	-5.996	-5.912	-5.783	-6.010	-6.514	-7.006	-7.402	-7.665	-7.776
GZ m	0.001	0.308	0.702	1.328	1.769	1.897	1.713	1.338	0.854	0.315
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	87.511	87.711	88.188	92.449	94.231	94.644	95.039	95.184	95.163	95.129
TCF to zero pt. m	0.000	2.385	4.739	6.238	5.645	6.486	7.671	8.703	9.492	10.006
Max deck inclination deg	0.5	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.6	0.8	1.2	2.4	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.1: Range of residual positive stability</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	95.9	deg	95.9	
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>15.0</b>	<b>deg</b>	95.9	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.2: Area under residual GZ curve</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	49.1	deg	49.1	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	95.5	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.859</b>	<b>m.deg</b>	<b>49.1210</b>	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.3: Maximum residual GZ</b>				<b>Pass</b>
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	0,0	deg		
	angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of spec. heel angle	180,0	deg		
	angle of max. GZ	49.1	deg	49.1	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,100</b>	<b>m</b>	<b>1.899</b>	<b>Pass</b>
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	49.1	
SOLAS, II-1/8	<b>8.6.1 Residual GM with symmetrical flooding</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle	0,0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,050</b>	<b>m</b>	<b>1.681</b>	<b>Pass</b>

**37.- AVERÍA BODEGA N°3 Y N°2****37.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

**Damage Case - bod3+bod2**Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 3, Bodega 2, Lastre 3 Estribor, Lastre 3 Babor, Lastre 2 Estribor, Lastre 2 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	0.000	9.400	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	0.000	7.420	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	Damaged							
Bodega 2	Damaged							
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351	0.000	9.234	0.000	Maximum
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	Damaged							
Lastre 3 Babor	Damaged							
Lastre 2 Estribor	Damaged							
Lastre 2 Babor	Damaged							
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817	9.303	8.086	0.000	Maximum
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817	-9.303	8.086	0.000	Maximum

Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 3	Damaged							
Escotilla 2	Damaged							
Escotilla 1	100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
<b>Total Loadcase:</b>			47023.464	86.208	-0.001	9.878	0.000	
<b>FS correction:</b>						0.000		
<b>VCG fluid:</b>						9.878		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.318	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	86.176
Displacement tonne	47023	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	81.268
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.402
Draft at FP m	11.503	KG fluid m	9.878
Draft at AP m	13.133	BMt m	5.174
Draft at LCF m	12.454	BML m	243.091
Trim (+ve by stern) m	1.630	GMt corrected m	1.697
WL Length m	200.886	GML corrected m	239.615
WL Beam m	29.100	KMt m	11.575
Wetted Area m^2	9397.791	KML m	249.493
Waterpl. Area m^2	4012.297	Immersion (TPc) tonne/cm	41.126
Prismatic Coeff.	0.632	MTc tonne.m	577.590
Block Coeff.	0.601	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1392.546
Midship Area Coeff.	0.992	Max deck inclination deg	0.5
Waterpl. Area Coeff.	0.686	Trim angle (+ve by stern) deg	0.5

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	8.6.2: Heel angle at equilibrium for unsymmetrical flooding				Pass
	the angle of shall be greater than ( $\leq$ )	Heel 7.0	deg	0.0	Pass
SOLAS, II-1/8	8.6.3: Margin line immersion				Pass
	the min. freeboard of the shall be greater than ( $>$ )	Marginline 0.000	m	5.828	Pass

**37.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Averia Bodega N°3 y N°2****Damage Case - bod3+bod2**Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

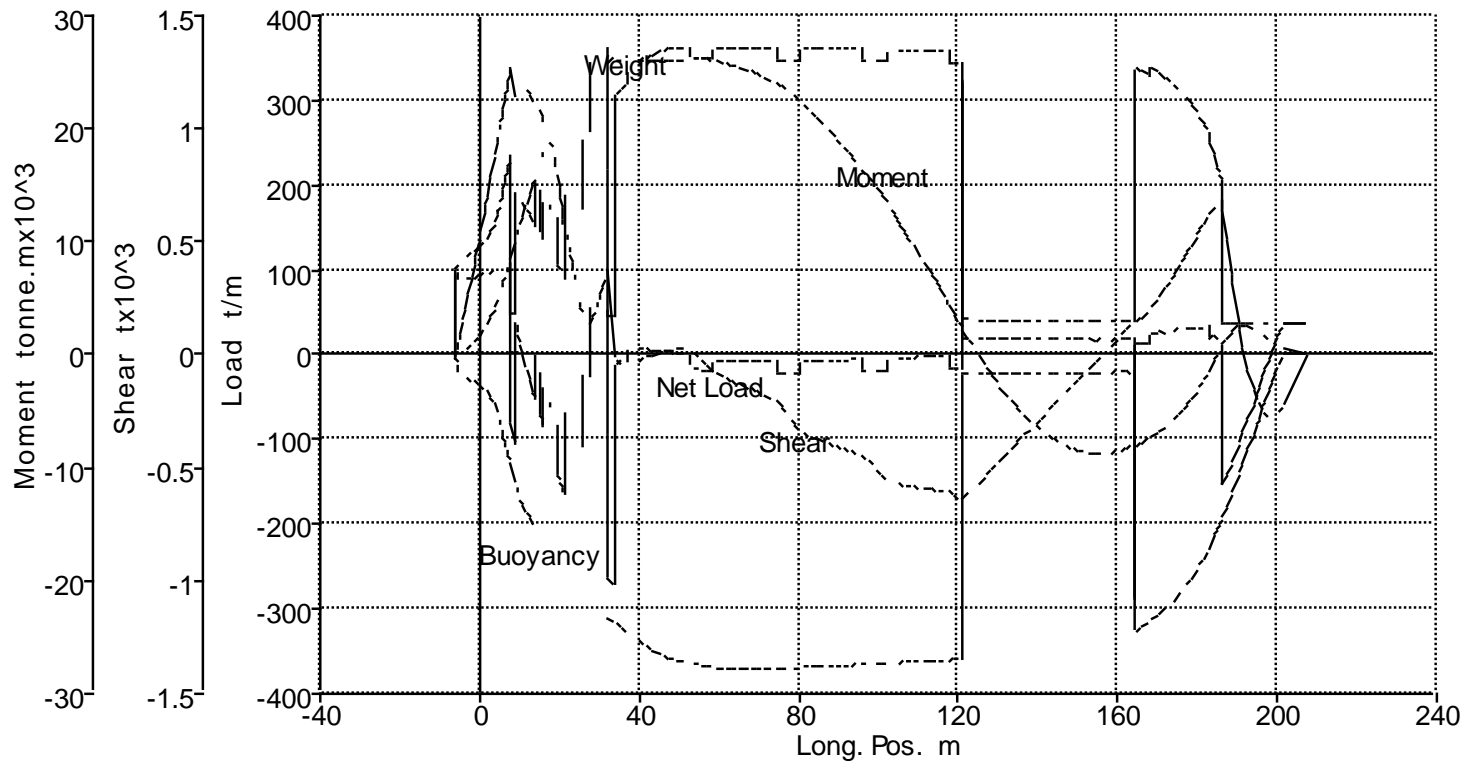
Compartments Damaged - Bodega 3, Bodega 2, Lastre 3 Estribor, Lastre 3 Babor, Lastre 2 Estribor, Lastre 2 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	9.400
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	9.000	25.000	0.000	7.420
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	Damaged							
Bodega 2	Damaged							
Bodega 1	100%	5514.496	5514.496	174.351			0.000	9.234
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	Damaged							
Lastre 3 Babor	Damaged							
Lastre 2 Estribor	Damaged							
Lastre 2 Babor	Damaged							
Lastre 1 Estribor	0%	939.776	0.000	174.817			9.303	8.086
Lastre 1 Babor	0%	939.776	0.000	174.817			-9.303	8.086
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557

Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	Damaged					



Escotilla 2	Total Loadcase	Damaged					
Escotilla 1		100%	191.849	191.849	175.205	0.000	18.010
		0%	2848.039	0.000	17.035	0.000	9.988



Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	36.104	128.488	92.384	0.531	1.619
C 0.5	4.881	78.597	175.700	97.103	0.999	5.384
C 1	9.762	166.178	187.284	21.106	1.163	11.075
C 1.5	14.642	212.241	197.259	-14.982	1.094	16.692
C 2	19.523	245.960	162.496	-83.464	0.803	21.435
C 2.5	24.404	273.566	175.196	-98.370	0.294	24.014
C 3	29.285	297.769	353.021	55.252	0.218	24.914
C 3.5	34.165	318.385	309.486	-8.899	-0.027	26.124
C 4	39.046	335.613	343.505	7.892	-0.033	25.973
C 5	48.808	358.889	361.802	2.913	0.021	26.042
C 6	58.569	368.768	348.460	-20.307	-0.079	26.075
C 7	68.331	370.442	362.046	-8.396	-0.154	25.035
C 8	78.092	369.603	347.210	-22.393	-0.290	23.109
C 9	87.854	367.606	360.796	-6.810	-0.395	19.713
C 10	97.615	365.291	345.960	-19.331	-0.475	15.619
C 11	107.377	362.880	359.546	-3.334	-0.580	10.364
C 12	117.138	360.419	358.921	-1.498	-0.603	4.650
C 13	126.900	22.406	41.114	18.709	-0.534	-1.162
C 14	136.661	22.232	40.507	18.275	-0.353	-5.415
C 15	146.423	22.028	39.899	17.871	-0.177	-7.924
C 16	156.184	21.578	39.291	17.713	-0.001	-8.719
C 17	165.946	321.582	333.932	12.349	0.165	-7.810
C 18	175.707	280.360	310.795	30.435	0.402	-5.098
C 18.5	180.588	246.458	277.732	31.275	0.555	-2.729
C 19	185.469	200.012	214.710	14.697	0.678	0.350
C 19.5	190.349	140.972	37.164	-103.808	0.130	2.470
C 20	195.230	75.176	36.860	-38.317	-0.221	2.160

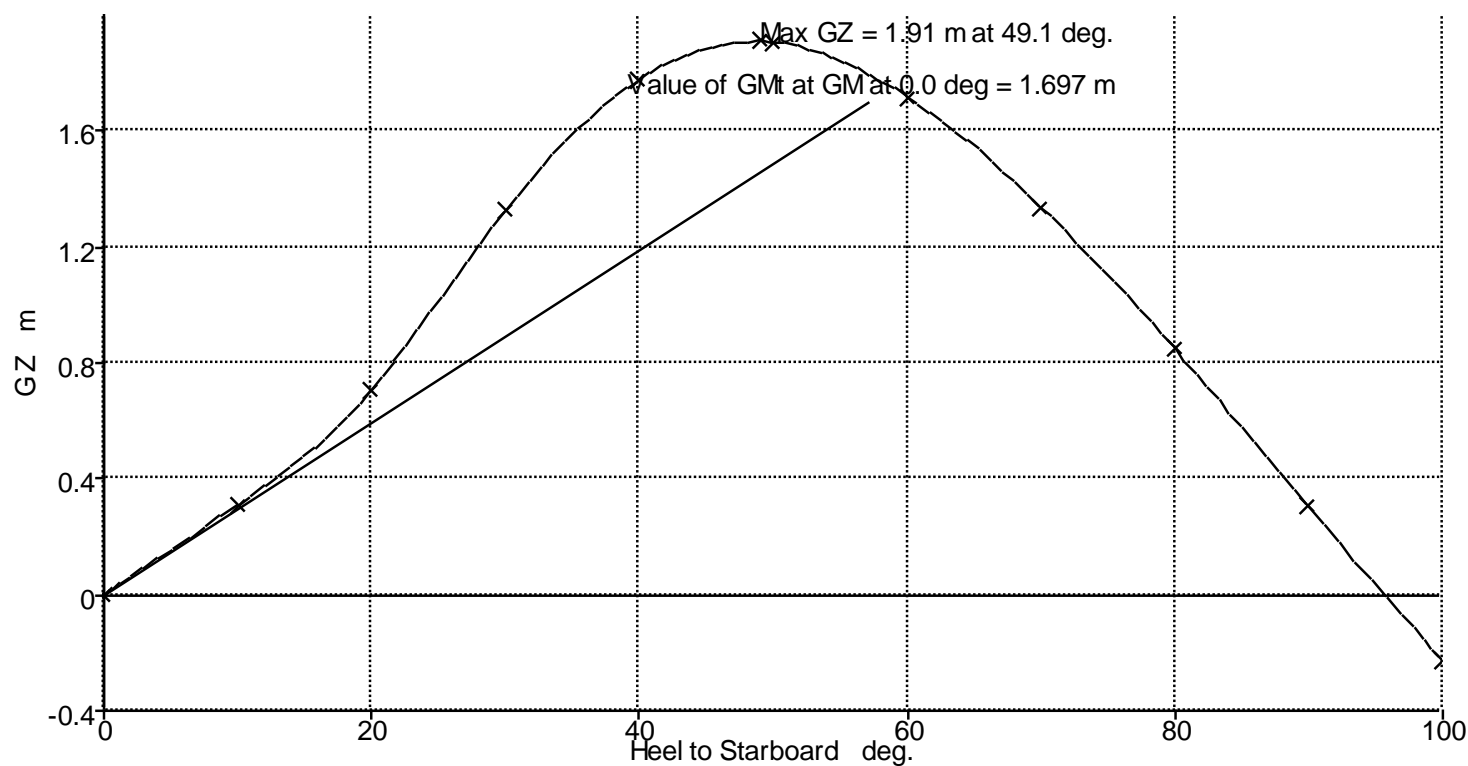
### 37.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

#### **Loadcase - Avería Bodega N°3 y N°2**

##### **Damage Case - bod3+bod2**

Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 3, Bodega 2, Lastre 3 Estribor, Lastre 3 Babor, Lastre 2 Estribor, Lastre 2 Babor



Heel to Starboard degrees	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Displacement tonne	47023	47023	47024	47023	47024	47024	47024	47023	47023	47023
Draft at FP m	11.503	11.520	11.563	11.388	11.344	11.757	12.477	13.862	17.909	N/A
Draft at AP m	13.133	13.088	12.953	12.864	13.340	14.406	16.183	19.629	29.686	N/A
WL Length m	200.886	200.904	200.968	200.876	201.537	202.354	204.682	206.420	207.086	206.906
Immersed Depth m	13.049	14.522	16.138	17.267	18.233	18.961	19.209	18.947	18.207	17.326
WL Beam m	29.100	29.549	30.966	31.917	29.641	25.321	22.611	20.970	20.151	19.987
Wetted Area m <sup>2</sup>	9397.791	9406.929	9437.346	9589.034	9868.115	9961.978	9991.370	10003.529	10010.487	10015.368
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4012.297	4078.461	4291.826	4487.931	4136.838	3691.531	3356.489	3149.075	3042.978	3021.578
Prismatic Coeff.	0.632	0.633	0.636	0.645	0.656	0.664	0.663	0.662	0.663	0.666
Block Coeff.	0.601	0.532	0.457	0.414	0.421	0.472	0.516	0.559	0.604	0.640
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	86.176	86.180	86.184	86.183	86.176	86.170	86.164	86.158	86.154	86.162
VCB from DWL m	-6.011	-5.982	-5.902	-5.786	-6.016	-6.524	-7.020	-7.418	-7.683	-7.793
GZ m	0.001	0.311	0.707	1.328	1.778	1.907	1.719	1.338	0.848	0.304
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	81.268	81.458	81.885	86.862	88.637	89.060	89.626	89.916	90.024	90.013
TCF to zero pt. m	0.000	2.371	4.679	6.222	5.665	6.474	7.679	8.707	9.493	10.003
Max deck inclination deg	0.5	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.5	0.5	0.4	0.4	0.6	0.8	1.1	1.7	3.5	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.1: Range of residual positive stability</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	95.7	deg	95.7	
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>15.0</b>	<b>deg</b>	95.7	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.2: Area under residual GZ curve</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	49.1	deg	49.1	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	95.7	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.859</b>	<b>m.deg</b>	<b>49.3319</b>	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.3: Maximum residual GZ</b>				<b>Pass</b>
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	0,0	deg		
	angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of spec. heel angle	180,0	deg		
	angle of max. GZ	49.1	deg	49.1	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,100</b>	<b>m</b>	<b>1.910</b>	<b>Pass</b>
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	49.1	
SOLAS, II-1/8	<b>8.6.1 Residual GM with symmetrical flooding</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle	0,0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,050</b>	<b>m</b>	<b>1.697</b>	<b>Pass</b>

**38.- AVERÍA BODEGA N°2 Y N°1****38.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation**

Hydromax 13.01, build: 2091

**Damage Case - bod2+bod1**Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 2, Bodega 1, Lastre 2 Estribor, Lastre 2 Babor, Lastre 1 Estribor, Lastre 1 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	0.000	9.400	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	0.000	7.420	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	Damaged							
Bodega 1	Damaged							
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	Damaged							
Lastre 2 Babor	Damaged							
Lastre 1 Estribor	Damaged							
Lastre 1 Babor	Damaged							

Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	Damaged							
Escotilla 1	Damaged							
Total Loadcase:			48130.373	82.194	-0.001	9.858	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						9.858		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.102	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	82.142
Displacement tonne	48130	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	77.476
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.342
Draft at FP m	10.880	KG fluid m	9.858
Draft at AP m	13.324	BMt m	5.465
Draft at LCF m	12.353	BML m	179.606
Trim (+ve by stern) m	2.444	GMt corrected m	1.949
WL Length m	200.936	GML corrected m	176.090
WL Beam m	29.100	KMt m	11.807
Wetted Area m^2	9320.994	KML m	185.948
Waterpl. Area m^2	4132.471	Immersion (TPc) tonne/cm	42.358
Prismatic Coeff.	0.651	MTc tonne.m	434.454
Block Coeff.	0.608	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1636.858
Midship Area Coeff.	0.990	Max deck inclination deg	0.7
Waterpl. Area Coeff.	0.707	Trim angle (+ve by stern) deg	0.7

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	8.6.2: Heel angle at equilibrium for unsymmetrical flooding				Pass
	the angle of shall be greater than (<=)	Heel 7.0	deg	0.0	Pass
SOLAS, II-1/8	8.6.3: Margin line immersion				Pass
	the min. freeboard of the shall be greater than (>)	Marginline 0.000	m	5.066	Pass



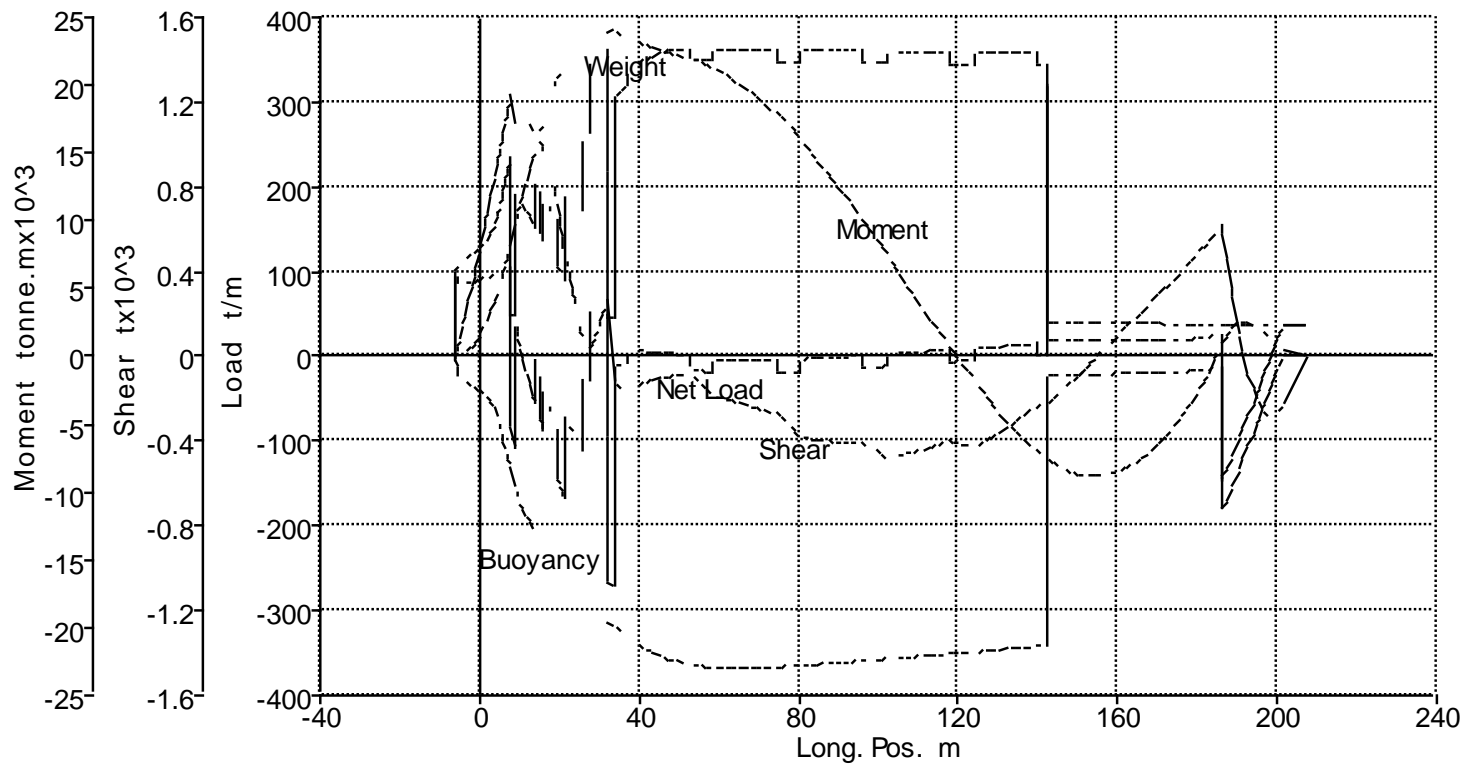
**38.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase - Averia Bodega N°2 y N°1****Damage Case - bod2+bod1**Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 2, Bodega 1, Lastre 2 Estribor, Lastre 2 Babor, Lastre 1 Estribor, Lastre 1 Babor

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	9.400
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	9.000	25.000	0.000	7.420
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	Damaged							
Bodega 1	Damaged							
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	Damaged							
Lastre 2 Babor	Damaged							
Lastre 1 Estribor	Damaged							
Lastre 1 Babor	Damaged							
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557

Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774
Pique de Proa	0%	2260.032	0.000	190.776	0.000	8.997
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010

Escotilla 2	Total Loadcase	Damaged				
Escotilla 1		Damaged				
			48130.373	82.194	-0.001	9.858



Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	39.220	128.488	89.267	0.513	1.596
C 0.5	4.881	81.770	175.700	93.930	0.966	5.260
C 1	9.762	169.320	187.284	17.963	1.114	10.774
C 1.5	14.642	215.173	197.259	-17.914	1.030	16.139
C 2	19.523	248.582	162.496	-86.085	0.726	20.561
C 2.5	24.404	275.807	175.196	-100.611	0.205	22.757
C 3	29.285	299.571	353.021	53.451	0.119	23.220
C 3.5	34.165	319.698	309.486	-10.211	-0.133	23.950
C 4	39.046	336.393	343.505	7.112	-0.145	23.289
C 5	48.808	358.518	361.802	3.284	-0.093	22.294
C 6	58.569	367.185	348.460	-18.724	-0.184	21.299
C 7	68.331	367.638	362.046	-5.592	-0.237	19.381
C 8	78.092	365.580	347.210	-18.369	-0.340	16.845
C 9	87.854	362.365	360.796	-1.569	-0.400	13.223
C 10	97.615	358.835	345.960	-12.875	-0.423	9.402
C 11	107.377	355.208	359.546	4.338	-0.459	5.034
C 12	117.138	351.532	358.921	7.389	-0.401	0.940
C 13	126.900	347.768	358.296	10.528	-0.399	-2.968
C 14	136.661	343.594	357.671	14.077	-0.279	-6.183
C 15	146.423	21.405	39.899	18.493	-0.159	-8.263
C 16	156.184	20.907	39.291	18.384	0.023	-8.800
C 17	165.946	19.108	38.683	19.576	0.207	-7.560
C 18	175.707	17.831	38.075	20.245	0.397	-4.491
C 18.5	180.588	16.585	37.771	21.186	0.498	-2.248
C 19	185.469	13.894	37.468	23.573	0.608	0.507
C 19.5	190.349	133.278	37.164	-96.115	0.106	2.428
C 20	195.230	73.684	36.860	-36.824	-0.221	2.094

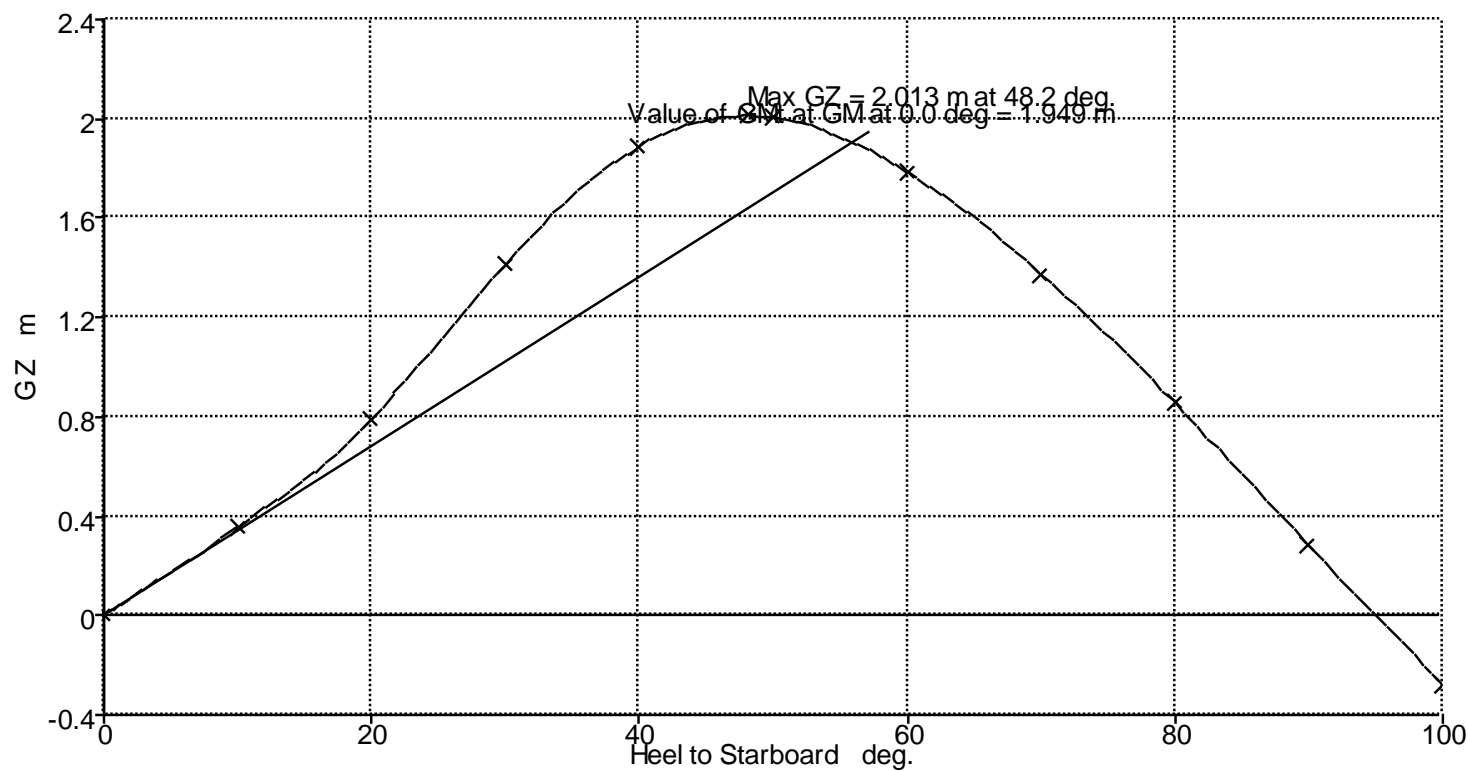
### 38.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

#### Loadcase - Avería Bodega N°2 y N°1

##### Damage Case - bod2+bod1

Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 2, Bodega 1, Lastre 2 Estribor, Lastre 2 Babor, Lastre 1 Estribor, Lastre 1 Babor



Heel to Starboard degrees	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Displacement tonne	48130	48130	48130	48131	48131	48131	48130	48130	48130	48130
Draft at FP m	10.880	10.928	11.052	11.032	10.979	11.268	11.742	12.634	15.246	N/A
Draft at AP m	13.324	13.265	13.098	12.982	13.522	14.693	16.645	20.426	31.443	N/A
WL Length m	200.936	200.944	200.983	201.211	202.091	203.056	204.275	206.132	206.997	207.019
Immersed Depth m	13.198	14.449	16.047	17.218	18.219	18.962	19.219	18.964	18.229	17.426
WL Beam m	29.100	29.549	30.966	32.385	29.797	25.337	22.650	21.011	20.170	20.023
Wetted Area m <sup>2</sup>	9320.994	9331.533	9368.662	9529.439	9830.801	9926.514	9952.006	9965.170	9971.675	9977.719
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4132.471	4195.208	4399.930	4546.187	4214.164	3708.879	3362.000	3150.790	3045.113	3068.615
Prismatic Coeff.	0.651	0.652	0.656	0.662	0.670	0.676	0.679	0.677	0.677	0.680
Block Coeff.	0.608	0.547	0.470	0.419	0.428	0.481	0.528	0.572	0.617	0.650
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	82.142	82.153	82.160	82.162	82.154	82.144	82.133	82.125	82.118	82.116
VCB from DWL m	-5.952	-5.932	-5.879	-5.828	-6.113	-6.653	-7.168	-7.577	-7.844	-7.954
GZ m	0.001	0.354	0.792	1.418	1.888	2.007	1.789	1.377	0.854	0.282
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	77.476	77.565	77.722	82.389	84.509	84.002	84.433	84.716	84.915	86.178
TCF to zero pt. m	0.000	2.322	4.577	5.976	5.523	6.417	7.648	8.690	9.487	9.872
Max deck inclination deg	0.7	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	1.0	1.4	2.3	4.7	N/A

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.1: Range of residual positive stability</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	95.0	deg	95.0	
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>15.0</b>	<b>deg</b>	95.0	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.2: Area under residual GZ curve</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	95.0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.859</b>	<b>m.deg</b>	<b>51.2435</b>	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.3: Maximum residual GZ</b>				<b>Pass</b>
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	0,0	deg		
	angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of spec. heel angle	180,0	deg		
	angle of max. GZ	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,100</b>	<b>m</b>	<b>2.013</b>	<b>Pass</b>
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	48.2	
SOLAS, II-1/8	<b>8.6.1 Residual GM with symmetrical flooding</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle	0,0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,050</b>	<b>m</b>	<b>1.949</b>	<b>Pass</b>

### 39.- AVERÍA BODEGA N°1 Y PIQUE DE PROA

#### 39.1.- Equilibrio: Equilibrium Calculation

Hydromax 13.01, build: 2091

**Damage Case - bod1+pique de proa**Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 1, Lastre 1 Estribor, Lastre 1 Babor, Pique de Proa

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long.Ar m m	Trans.Ar m m	Vert.Ar m m	Total FSM tonne.m	FSM Type
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	0.000	9.400	0.000	User Specified
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	0.000	7.420	0.000	User Specified
Peso de Equipo y Habilitación	1	1260.000	1260.000	111.280	0.000	19.360	0.000	User Specified
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.000	15.424	0.000	User Specified
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956	0.000	9.222	0.000	Maximum
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455	0.000	9.194	0.000	Maximum
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205	0.000	9.180	0.000	Maximum
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955	0.000	9.165	0.000	Maximum
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705	0.000	9.151	0.000	Maximum
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450	0.000	9.137	0.000	Maximum
Bodega 1	Damaged							
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771	10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771	-10.461	8.116	0.000	Maximum
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595	11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595	-11.092	7.605	0.000	Maximum
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214	11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214	-11.184	7.595	0.000	Maximum
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955	11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955	-11.193	7.636	0.000	Maximum
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684	11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684	-11.184	7.694	0.000	Maximum
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039	10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039	-10.904	7.736	0.000	Maximum
Lastre 1 Estribor	Damaged							
Lastre 1 Babor	Damaged							



Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918	0.000	8.557	0.000	Maximum
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316	6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774	0.000	Maximum
Pique de Proa	Damaged							
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670	0.000	Maximum
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991	0.000	Maximum
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016	0.000	Maximum
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805	0.000	Maximum
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144	0.000	Maximum
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670	0.000	Maximum
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930	0.000	Maximum
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933	0.000	Maximum
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207	0.000	Maximum
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500	0.000	Maximum
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050	0.000	Maximum
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789	0.000	Maximum
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789	0.000	Maximum
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500	0.000	Maximum
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010	0.000	Maximum

Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010	0.000	Maximum
Escotilla 1	Damaged							
Total Loadcase:			54939.952	91.026	-0.001	9.805	0.000	
FS correction:						0.000		
VCG fluid:						9.805		

EQUILIBRIO			
Draft Amidsh. m	12.582	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	91.032
Displacement tonne	54940	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	85.474
Heel to Starboard degrees	0.0	KB m	6.437
Draft at FP m	12.760	KG fluid m	9.805
Draft at AP m	12.403	BMt m	5.451
Draft at LCF m	12.560	BML m	189.244
Trim (+ve by stern) m	-0.357	GMt corrected m	2.083
WL Length m	201.205	GML corrected m	185.877
WL Beam m	29.100	KMt m	11.888
Wetted Area m <sup>2</sup>	9472.098	KML m	195.681
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4587.482	Immersion (TPc) tonne/cm	47.022
Prismatic Coeff.	0.729	MTc tonne.m	523.486
Block Coeff.	0.718	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1997.218
Midship Area Coeff.	0.994	Max deck inclination deg	0.1
Waterpl. Area Coeff.	0.784	Trim angle (+ve by stern) deg	-0.1

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	8.6.2: Heel angle at equilibrium for unsymmetrical flooding				Pass
	the angle of shall be greater than ( $\leq$ )	Heel 7.0	deg	0.0	Pass
SOLAS, II-1/8	8.6.3: Margin line immersion				Pass
	the min. freeboard of the shall be greater than ( $>$ )	Marginline 0.000	m	5.056	Pass

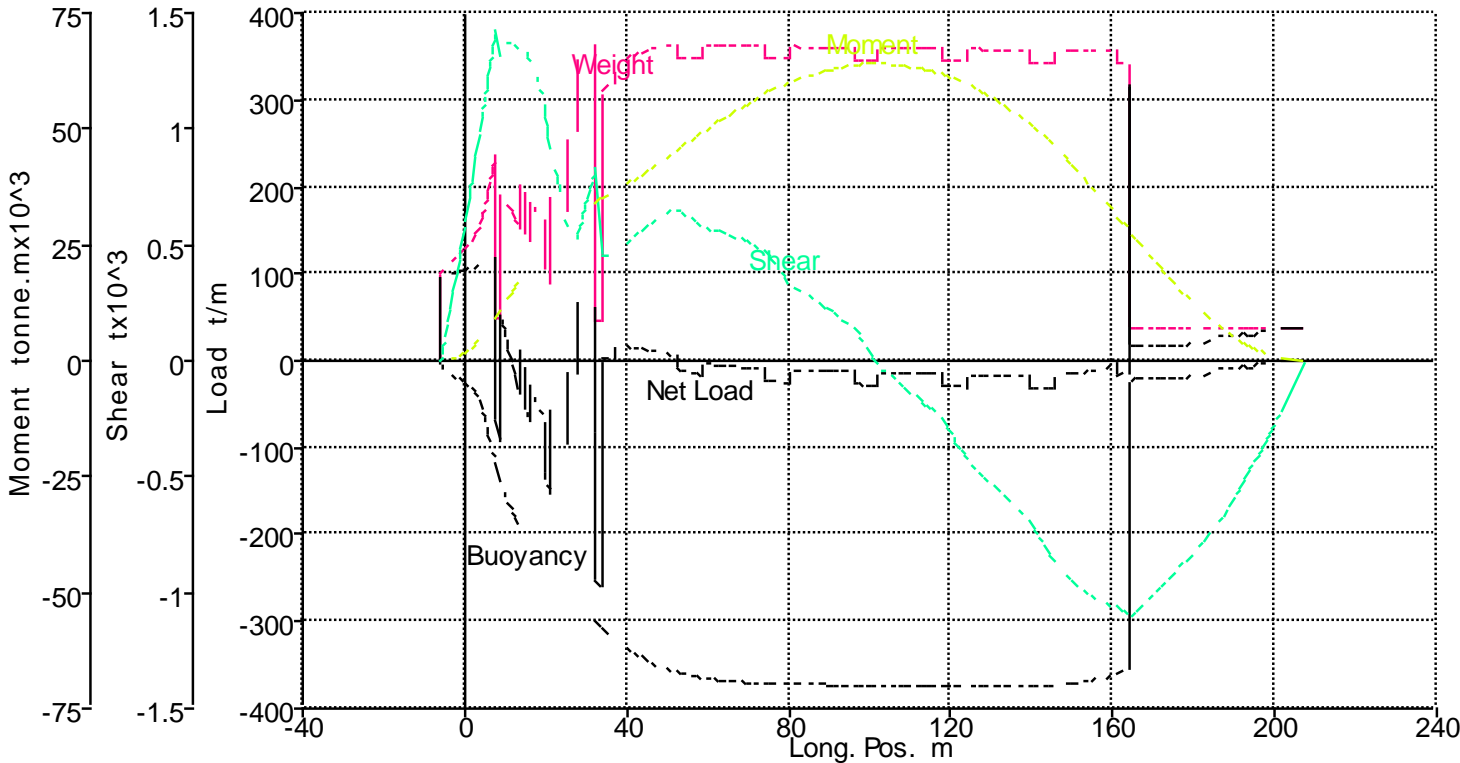
**39.2.- Resistencia longitudinal: Longitudinal Strength Calculation****Loadcase – Avería Bodega N°1 y Pique de Proa****Damage Case - bod1+pique de proa**Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 1, Lastre 1 Estribor, Lastre 1 Babor, Pique de Proa

Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Long. Arm m	Aft. Limit m	Fwd. Limit m	Trans. Arm m	Vert. Arm m
Peso del Acero	1	7858.000	7858.000	92.640	-5.920	207.400	0.000	9.400
Peso de la Maquinaria	1	1187.000	1187.000	14.430	9.000	25.000	0.000	7.420
Peso de Equipo y Habitación	1	1260.000	1260.000	111.280	-5.920	207.400	0.000	19.360
Lightship	1	0.000	0.000	0.080	0.080	0.080	0.000	15.424
Bodega 7	100%	6338.799	6338.799	44.956			0.000	9.222
Bodega 6	100%	6591.935	6591.935	66.455			0.000	9.194
Bodega 5	100%	6591.101	6591.101	88.205			0.000	9.180
Bodega 4	100%	6590.266	6590.266	109.955			0.000	9.165
Bodega 3	100%	6589.430	6589.430	131.705			0.000	9.151
Bodega 2	100%	6585.755	6585.755	153.450			0.000	9.137
Bodega 1	Damaged							
Lastre 7 Estribor	0%	1090.495	0.000	44.771			10.461	8.116
Lastre 7 Babor	0%	1090.495	0.000	44.771			-10.461	8.116
Lastre 6 Estribor	0%	1253.694	0.000	66.595			11.092	7.605
Lastre 6 Babor	0%	1253.694	0.000	66.595			-11.092	7.605
Lastre 5 Estribor	0%	1292.299	0.000	88.214			11.184	7.595
Lastre 5 Babor	0%	1292.299	0.000	88.214			-11.184	7.595
Lastre 4 Estribor	0%	1294.828	0.000	109.955			11.193	7.636
Lastre 4 Babor	0%	1294.828	0.000	109.955			-11.193	7.636
Lastre 3 Estribor	0%	1290.110	0.000	131.684			11.184	7.694
Lastre 3 Babor	0%	1290.110	0.000	131.684			-11.184	7.694
Lastre 2 Estribor	0%	1180.054	0.000	153.039			10.904	7.736
Lastre 2 Babor	0%	1180.054	0.000	153.039			-10.904	7.736
Lastre 1 Estribor	Damaged							
Lastre 1 Babor	Damaged							
Pique de Popa	100%	289.628	289.628	4.918			0.000	8.557
Pique de Popa Estribor	100%	371.187	371.187	-0.316			6.003	14.774

Pique de Popa Babor	100%	371.187	371.187	-0.316	-6.003	14.774
Pique de Proa	Damaged					
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cen	100%	401.266	401.266	29.955	3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Babor Cent	100%	401.266	401.266	29.955	-3.000	9.955
HFO Almacén <4,5%S Estribor Cos	100%	329.481	329.481	29.995	8.516	10.550
HFO Almacén <4,5%S Babor Cost	100%	329.481	329.481	29.995	-8.516	10.550
HFO Almacén <1,5%S Estribor	100%	211.456	211.456	23.005	8.182	11.203
HFO Almacén <1,5%S Babor	100%	211.456	211.456	23.005	-8.182	11.203
HFO Almacén <0,1%S Estribor	100%	173.734	173.734	26.223	8.346	10.847
HFO Almacén <0,1%S Babor	100%	173.734	173.734	26.223	-8.346	10.847
HFO Sedimentación Estribor	0%	84.194	0.000	26.580	3.000	6.215
HFO Sedimentación Babor	0%	84.194	0.000	26.580	-3.000	6.215
HFO Servicio Diario Estribor	100%	84.760	84.760	26.580	3.000	13.670
HFO Servicio Diario Babor	100%	84.760	84.760	26.580	-3.000	13.670
Diesel Oil Almacén Estribor	100%	63.132	63.132	18.468	8.283	13.991
Diesel Oil Almacén Babor	100%	102.697	102.697	17.743	-8.238	14.016
Diesel Oil Servicio Diario	100%	30.141	30.141	16.588	8.687	14.174
Aceite Almacén Cilindros	100%	16.664	16.664	14.349	-9.282	14.805
Aceite Almacén Cojinetes	100%	39.889	39.889	14.338	8.026	14.144
Aceite Almacén Motores Auxiliar	100%	23.225	23.225	14.330	-7.125	13.670
Aceite Servicio Diario Motor Pp	100%	30.484	30.484	18.083	0.000	0.930
Aceite Sucio del Motor Ppal	0%	30.368	0.000	22.582	0.000	0.933
Agua Potable	100%	86.475	86.475	6.081	-5.249	14.207
Agua Dulce Estribor	100%	132.554	132.554	6.105	6.539	14.500
Agua Dulce Babor	100%	46.080	46.080	6.150	-8.961	15.050
Sentinas (Aguas Grises)	0%	37.855	0.000	12.321	-2.166	1.789
Aguas Negras	0%	37.855	0.000	12.321	2.166	1.789
HFO Reboses y Derrames	0%	23.371	0.000	28.205	0.000	1.500
Escotilla 7	100%	223.809	223.809	44.706	0.000	18.010
Escotilla 6	100%	223.823	223.823	66.455	0.000	18.010
Escotilla 5	100%	223.823	223.823	88.205	0.000	18.010
Escotilla 4	100%	223.823	223.823	109.955	0.000	18.010
Escotilla 3	100%	223.823	223.823	131.705	0.000	18.010
Escotilla 2	100%	223.823	223.823	153.455	0.000	18.010

Escotilla 1	Damaged				
Total Loadcase		54939.952	91.026	-0.001	9.805



Name	Long. Pos. m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10^3	Moment tonne.mx10^3
C 0	0.000	24.909	128.488	103.579	0.592	1.738
C 0.5	4.881	66.428	175.700	109.272	1.117	5.897
C 1	9.762	153.274	187.284	34.009	1.342	12.271
C 1.5	14.642	199.301	197.259	-2.043	1.336	18.876
C 2	19.523	233.345	162.496	-70.849	1.108	24.915
C 2.5	24.404	261.521	175.196	-86.325	0.659	29.091
C 3	29.285	286.481	353.021	66.540	0.640	31.873
C 3.5	34.165	308.027	309.486	1.459	0.448	35.234
C 4	39.046	326.335	343.505	17.170	0.490	37.482
C 5	48.808	352.126	361.802	9.676	0.622	42.981
C 6	58.569	364.826	348.460	-16.365	0.575	49.086
C 7	68.331	369.437	362.046	-7.391	0.525	54.493
C 8	78.092	371.560	347.210	-24.349	0.383	59.109
C 9	87.854	372.529	360.796	-11.733	0.244	62.070
C 10	97.615	373.181	345.960	-27.220	0.102	63.863
C 11	107.377	373.736	359.546	-14.190	-0.094	63.743
C 12	117.138	374.241	358.921	-15.320	-0.238	62.130
C 13	126.900	374.658	358.296	-16.361	-0.478	58.540
C 14	136.661	374.635	357.671	-16.964	-0.642	53.081
C 15	146.423	373.017	357.046	-15.971	-0.891	45.685
C 16	156.184	366.628	356.421	-10.207	-1.024	36.297
C 17	165.946	21.021	38.683	17.662	-1.076	25.903
C 18	175.707	19.782	38.075	18.293	-0.906	16.226
C 18.5	180.588	18.462	37.771	19.310	-0.815	12.024
C 19	185.469	15.457	37.468	22.010	-0.713	8.289
C 19.5	190.349	7.599	37.164	29.565	-0.578	5.130
C 20	195.230	7.008	36.860	29.852	-0.432	2.670

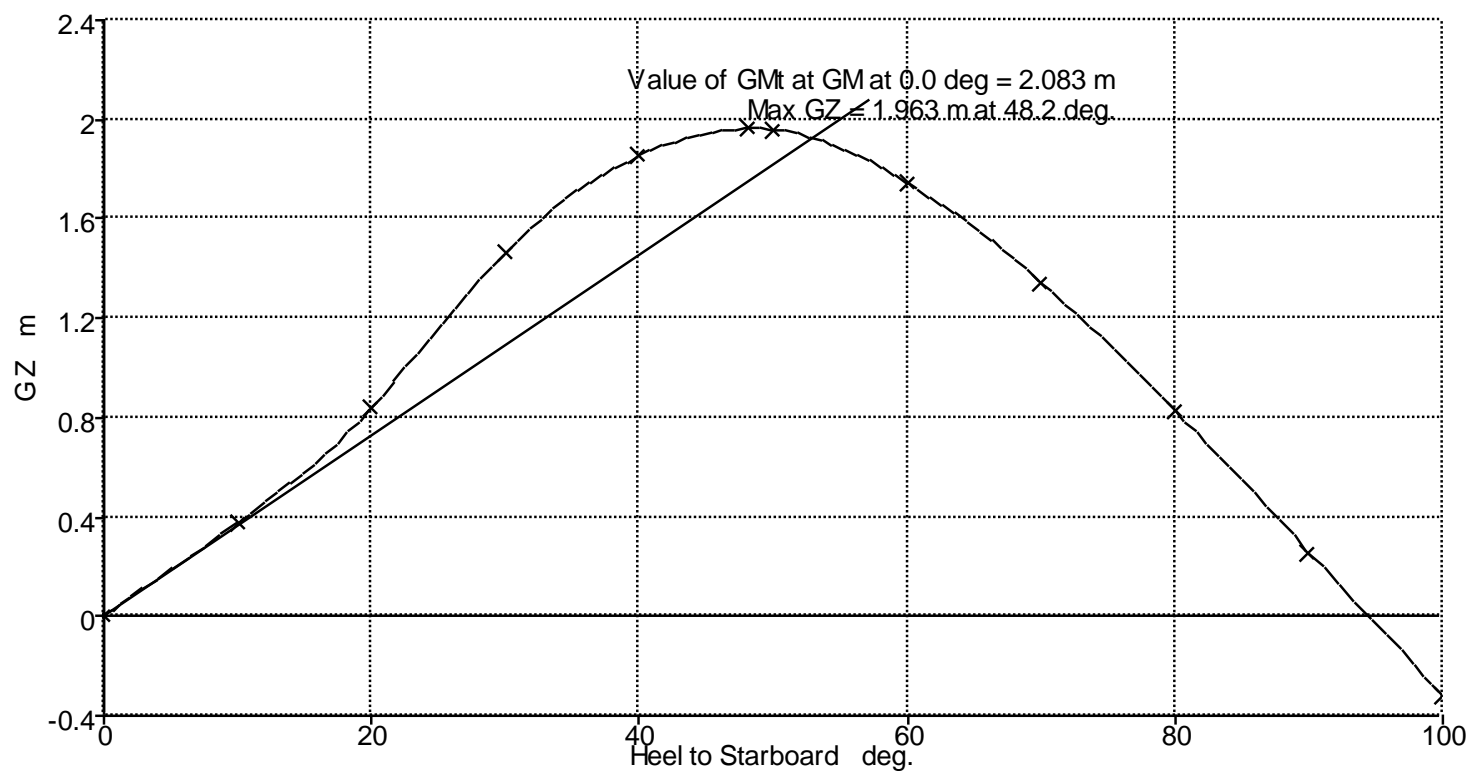
### 39.3.- Estabilidad a grandes ángulos: Stability Calculation

#### Loadcase - Avería Bodega N°1 y Pique de Proa

Damage Case - bod1+pique de proa

Free to Trim; Relative Density (specific gravity) = 1.025; (Density = 1.025 tonne/m<sup>3</sup>); Fluid analysis method: Use corrected VCG

Compartments Damaged - Bodega 1, Lastre 1 Estribor, Lastre 1 Babor, Pique de Proa



Heel to Starboard degrees	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Displacement tonne	54940	54940	54940	54940	54940	54940	54940	54940	54940	54940
Draft at FP m	12.760	12.793	12.889	12.981	13.715	15.274	17.687	22.139	34.862	N/A
Draft at AP m	12.403	12.351	12.194	12.017	12.174	12.771	13.867	16.073	22.614	N/A
WL Length m	201.205	201.219	201.298	201.444	202.082	205.099	206.909	207.013	206.206	204.731
Immersed Depth m	12.754	14.692	16.388	17.615	18.764	19.710	20.125	19.971	19.283	18.416
WL Beam m	29.100	29.549	30.967	30.763	28.771	25.314	22.406	20.792	19.976	19.781
Wetted Area m <sup>2</sup>	9472.098	9485.099	9527.152	9772.391	10108.991	10305.962	10370.521	10403.854	10426.069	10430.300
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	4587.482	4658.217	4897.745	4946.173	4538.804	4079.070	3657.669	3397.140	3250.081	3213.923
Prismatic Coeff.	0.729	0.728	0.727	0.730	0.733	0.726	0.723	0.726	0.732	0.740
Block Coeff.	0.718	0.614	0.525	0.491	0.491	0.524	0.574	0.624	0.675	0.719
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	91.032	91.034	91.039	91.042	91.050	91.062	91.072	91.079	91.082	91.082
VCB from DWL m	-6.133	-6.111	-6.054	-6.011	-6.365	-6.994	-7.586	-8.048	-8.344	-8.454
GZ m	0.001	0.378	0.841	1.468	1.853	1.958	1.750	1.346	0.829	0.258
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	85.474	85.499	85.758	86.826	87.353	87.717	87.177	86.644	85.941	85.692
TCF to zero pt. m	0.000	2.344	4.652	5.673	5.027	5.849	7.205	8.376	9.315	9.969
Max deck inclination deg	0.1	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0
Trim angle (+ve by stern) deg	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.5	-0.7	-1.1	-1.8	-3.6	N/A



Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.1: Range of residual positive stability</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	94.5	deg	94.5	
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>15.0</b>	<b>deg</b>	94.5	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.2: Area under residual GZ curve</b>				<b>Pass</b>
	from the greater of angle of equilibrium	0.0	deg	0.0	
	to the lesser of spec. heel angle	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	angle of vanishing stability	94.5	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0.859</b>	<b>m.deg</b>	<b>51.9809</b>	<b>Pass</b>
SOLAS, II-1/8	<b>8.2.3.3: Maximum residual GZ</b>				<b>Pass</b>
	in the range from the greater of				
	spec. heel angle	0,0	deg		
	angle of equilibrium	0,0	deg	0,0	
	to the lesser of spec. heel angle	180,0	deg		
	angle of max. GZ	48.2	deg	48.2	
	first downflooding angle	n/a	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,100</b>	<b>m</b>	<b>1.963</b>	<b>Pass</b>
	Intermediate values				
	angle at which this GZ occurs		deg	48.2	
SOLAS, II-1/8	<b>8.6.1 Residual GM with symmetrical flooding</b>				<b>Pass</b>
	spec. heel angle	0,0	deg		
	<b>shall not be less than (<math>\geq</math>)</b>	<b>0,050</b>	<b>m</b>	<b>2.083</b>	<b>Pass</b>



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS NAVALES**



PROYECTO Nº 59

**GRANELERO 50.000 TPM**

**CUADERNO 13**

**PRESUPUESTO**

**TUTOR:**

**D. SEBASTIÁN JOSÉ ABRIL PÉREZ**

**REALIZADO POR:**

**D. JÉSSICA LIVIANO RODRÍGUEZ  
D. JESÚS RODRÍGUEZ MAESTRE**

ÍNDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2.- PRESUPUESTO DEL ASTILLERO .....</b>	<b>6</b>
2.1.- Gastos varios del astillero .....	6
2.2.- Casco.....	7
2.2.1.- Acero laminado.....	7
2.2.2.- Resto de los materiales del casco .....	8
2.2.3.- Timón y accesorios.....	8
2.2.4.- Materiales auxiliares de construcción del casco .....	8
2.2.5.- Preparación de superficies .....	9
2.2.6.- Pintura y control de corrosión .....	9
2.2.7.- Resumen de los costes que integran la partida de Casco.....	9
2.3.- Equipo, armamento e instalaciones .....	9
2.3.1.- Elementos de fondeo, amarre y remolque Anclas.....	10
2.3.2.- Medios contraincendios convencionales.....	10
2.3.3.- Medios de salvamento.....	11
2.3.4.- Habitación de alojamientos.....	13
2.3.5.- Equipos de fonda y hotel.....	13
2.3.6.- Equipos de acondicionamiento de alojamientos .....	14
2.3.7.- Equipos de navegación y comunicaciones.....	15
2.3.8.- Instalación eléctrica.....	15
2.3.9.- Tuberías .....	16
2.3.10.- Accesorios de equipo, armamento e instalaciones .....	16
2.3.11.- Resumen de los costes que integran la partida de equipo, armamento e instalaciones .....	17
2.4.- Maquinaria auxiliar de cubierta.....	18
2.4.1.- Equipo de gobierno .....	18
2.4.2.- Equipo de fondeo y amarre.....	18
2.4.3.- Resumen de los costes que integran la partida de la maquinaria auxiliar de cubierta .....	19
2.5.- Instalación propulsora.....	19
2.5.1.- Maquinaria propulsora principal .....	19
2.5.2.- Línea de ejes .....	20
2.5.3.- Hélice propulsora .....	20
2.5.4.- Resumen de los costes que integran la partida de la instalación propulsora .....	21

2.6.- Maquinaria auxiliar de propulsión.....	21
2.6.1.- Grupos electrógenos .....	21
2.6.2.- Equipo de circulación, refrigeración y lubricación.....	22
2.6.3.- Equipos generadores de vapor .....	22
2.6.4.- Equipos de arranque de motores.....	22
2.6.5.- Equipos de manejo de combustible .....	23
2.6.7.- Equipos de purificación.....	23
2.6.7.- Equipos auxiliares de casco.....	24
2.6.8.- Equipos sanitarios.....	25
2.6.9.- Alarmas .....	26
2.6.10.- Equipos varios.....	26
2.6.11.- Resumen de los costes que integran la partida de maquinaria auxiliar .....	27
2.7.- Cargos, pertrechos y respetos .....	27
2.7.1.- Cargos y respetos no reglamentarios .....	27
2.7.2.- Respetos especiales.....	27
2.7.3.- Resumen de los costes que integran la partida de cargos y respetos.....	28
2.8.- Instalaciones especiales .....	28
2.8.1.- Equipos especiales de servicio de la carga.....	28
2.8.2.- Instalaciones y equipos especiales contra incendios .....	29
2.8.3.- Instalaciones y equipos especiales de seguridad.....	30
2.8.4.- Resumen de los costes que integran la partida de instalaciones especiales .....	30
<b>3.- RESUMEN DEL PRESUPUESTO DEL BUQUE PROYECTO.....</b>	<b>31</b>
<b>4.- ESQUEMA DE LA FINANCIACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>33</b>

## 1.- INTRODUCCIÓN

En este cuaderno realizaremos una estimación del presupuesto de la construcción del buque proyecto.

Se ha realizado según el formato de la Dirección General de la Marina Mercante, desglosando en las siguientes partidas generales:

- **Gastos varios del astillero:** esta partida contempla los costes originados en la etapa de proyecto, los costes debidos a la clasificación por el Bureau Veritas , así como los relativos a los certificados necesarios para la operatividad del buque (visados). Además, aquí se consideraran los gastos de pruebas y garantías.
- **Casco:** se incluyen en este punto los costes de construcción de la estructura de acero del buque así como los ocasionados por los procesos de soldadura, preparación de superficies y pintado de las mismas.
- **Equipo, armamento e instalaciones:** se consideran los costes de armamento de los equipos de fondeo, amarre y remolque junto con los gastos relativos a los distintos medios de salvamento, habilitación, equipos de fonda y hotel, equipos de acondicionamiento de alojamientos, equipos de navegación y comunicaciones, medios contraincendios, así como los gastos en equipos de instalaciones eléctricas, conductos y tuberías. Se consideran además una serie de costes adicionales en accesorios varios.
- **Maquinaria auxiliar de cubierta:** se incluyen los costes relativos al equipo de gobierno y a la maquinaria del equipo de fondeo y amarre.
- **Instalación propulsora:** se consideran aquí los costes derivados de la instalación a bordo del motor principal, así como los relativos a la disposición de la línea de ejes y la hélice propulsora.
- **Maquinaria auxiliar de propulsión:** se consideran en esta parte los costes relativos a la planta de generación eléctrica y los distintos equipos de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora y auxiliares. Además se incluyen los costes de la planta de vapor, arranque de motores, manejo de combustible y purificación, así como los costes en equipos auxiliares de casco, equipos sanitarios y varios.
- **Cargos, pertrechos y respetos:** se incluyen aquí los costes de los cargos y respetos reglamentarios, no reglamentarios y especiales.
- **Instalaciones especiales:** se presupuestan los costes relativos a los equipos para las instalaciones y equipos de automatización, telecontrol y alarma, los sistemas de estabilización y los sistemas auxiliares de maniobra. Además, se incluyen los costes de las instalaciones, equipos especiales contraincendios y de seguridad.

Posteriormente se realizará una estimación del beneficio del astillero, respecto a numerosos factores tales como la coyuntura del mercado, la productividad de la mano de obra, las fluctuaciones de los precios de los materiales y equipos,...etc., no existe una referencia válida que tomar.

El beneficio de la empresa puede llegar a alcanzar del 10% al 15% del coste en casos muy favorables, o llegar a ser negativo. Por esto, se decide dejar el beneficio del astillero en el 10% del coste de construcción del buque. En los cálculos que a continuación se detallan se han utilizado los siguientes valores, obtenidos a partir de un análisis de mercado y por comparación con otros presupuestos de distintos proyectos:

Coste medio de la mano de obra: 30 €/h.

Precio medio del acero: 625 €/t

En los apartados siguientes se han expuesto los criterios empleados en el cálculo del presupuesto, que están basados en el Capítulo II del libro "Apuntes de proyectos" de D. Manuel Meizoso Fernández. Cabe aclarar, que puesto que todas las fórmulas de los costes de esta referencia están dadas en miles de pesetas, se multiplicará por el siguiente factor para obtener el resultado en euros:  $\frac{1000}{166,386}$ .

Dada la magnitud de los resultados obtenidos, en todos los casos se redondeará al valor entero más cercano.

Posteriormente se realizará un estudio del coste que el buque supone para el armador, considerando los costes fijos, los gastos del Armador y los costes de capital.

## **2.- PRESUPUESTO DEL ASTILLERO**

El presupuesto ha sido descompuesto en los ocho grupos nombrados anteriormente.

### **2.1.- Gastos varios del astillero**

Se citan a continuación las distintas partidas y sub-partidas que se incluyen bajo esta categoría que se refieren principalmente a los costes de diseño y construcción del buque proyecto:

#### **Costes de ingeniería:**

- Costes de proyecto.
- Ensayos de canal.
- Estudios diversos de consultoría.

Se supone un coste de 600.000 € para esta partida.

#### **Clasificación, reglamentos y certificados:**

- Otras entidades reguladoras.
- Inspección de buques.
- Colegio oficial de ingenieros navales.

Se supone un gasto de 550.000 € para esta partida.

#### **Pruebas y garantías:**

- Botadura.
- Prácticos y remolcadores.
- Varada.
- Pruebas, ensayos, montadores y supervisores.
- Garantía.

Se supone un gasto de 400.000 € para esta partida.

#### **Servicios auxiliares durante la construcción:**

- Andamiaje.
- Instalaciones provisionales de fuerza y alumbrado.
- Limpieza.

Se supone un gasto de 525.000 € para esta partida.

**Otros costes generales.** Entre otros se incluyen los costes del seguro de construcción del buque, se estima en 500.000 €.



### 2.1.1.- Resumen de los costes que integran la partida de gastos varios del astillero

GASTOS VARIOS DEL ASTILLERO	MATERIAL
Costes de ingeniería	600.000 €
Clasificación, reglamentos y certificados	550.000 €
Pruebas y garantía	400.000 €
Servicios auxiliares durante la construcción	525.000 €
Otros costes generales	500.000 €
Total:	2.575.000 €

## 2.2.- Casco

En este grupo se recogen todos aquellos gastos derivados de la estructura y su tratamiento, como son los gastos de acero, planchas, perfiles, gastos de soldadura en la estructura y los gastos de preparación de superficies para el pintado.

### 2.2.1.- Acero laminado

Una vez conocido el peso neto de acero del buque, se estima el precio del total de esta partida con ayuda de la siguiente expresión:

$$C_{\text{CASCO}} = 1,15 \cdot T_{\text{acero neto}} \cdot P_{\text{acero}} = 5.647.938 \text{ €}$$

Siendo:

- $T_{\text{acero neto}}$ , = 8399 T, las toneladas de acero calculadas en el cuadernillo 11.
- $P_{\text{acero}}$  = 625 €/T, coste ponderado de las chapas de acero naval y perfiles estimado.
- Se ha considerado, en este caso, un factor de un 15 % ya que en el peso del acero bruto debe tenerse en cuenta las pérdidas de acero en los procesos de anidado y los excesos de peso de laminación.

En cuanto al número de horas de mano de obra necesarias, se han estimado con ayuda de la siguiente expresión, que incluye además, el tiempo necesario para la instalación de polines y palos del casco:

$$H_{\text{casco}} = K_s \cdot T_{\text{acero}} \cdot (1 + 0,3 \cdot (1 - C_b)) = 205.290 \text{ h}$$

Siendo:

- $K_s$  = 25 h/T, es el índice de mano de obra de casco, cantidad que hemos estimado y depende del tipo de buque y de la productividad del astillero.
- $T_{\text{acero}}$ , definido en el apartado anterior.
- $C_b$  = 0,850, el coeficiente de bloque.

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{\text{mano obra acero}} = 6.158.708 \text{ €}$

### 2.2.2.- Resto de los materiales del casco

En este apartado nos referimos a las piezas fundidas y forjadas, dispuestas en la estructura del codaste del buque. Su coste se ha estimado mediante la siguiente fórmula:

$$C_{piezasff} = 4 \cdot L \cdot T \cdot \frac{1000}{166,386} = 57.002€$$

Siendo:

- $L = 195,23$  m, eslora reglamentaria.
- $T = 12,15$ , el calado de escantillonado.

El número de horas de mano de obra necesarias se puede calcular con la expresión:

$$H_{piezasff} = 12 + 30 \cdot \sqrt[3]{L \cdot T} = 2.127h$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{mano obra} = 63.796 €$

### 2.2.3.- Timón y accesorios

El coste aproximado de materiales del timón, mecha y pinzotes se ha obtenido con la expresión:

$$C_{TIMON} = 6 \cdot L_{TIMON}^2 \cdot H_{TIMON} \cdot \frac{1000}{166,386} = 12.854€$$

Siendo:

- $L_{TIMON} = 8,462$  m, la longitud del timón (definida en cuadernillo 6).
- $H_{TIMON} = 4,978$ , la cuerda del timón (definida en cuadernillo 6).

Por otro lado, el número de horas de mano de obra empleadas es:

$$H_{TIMON} = 100 \cdot L_{TIMON} \cdot H_{TIMON} = 4.212h$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{mano obra} = 126.372€$

### 2.2.4.- Materiales auxiliares de construcción del casco

En esta partida se han incluido diversos consumibles y materiales auxiliares empleados en la construcción del casco tales como electrodos, gases de soldadura, materiales y herramientas diversas, etc. Su coste se ha estimado en 50 € por cada tonelada de acero estructural empleado, lo que supone un coste de 392.900 €.

En esta partida no procede el cómputo de horas de mano de obra asociadas.

### 2.2.5.- Preparación de superficies

Debido a las condiciones en las que se encuentra el mercado, el coste de la preparación de superficies, que incluye granallado e imprimación, se estima en 10 €/m<sup>2</sup> para superficies externas y en 17 €/m<sup>2</sup> para superficies internas, resultando aproximadamente un total de 600.000 €.

Por su parte, el número de horas de mano de obra se ha fijado en aproximadamente 0,02 h/m<sup>2</sup>, considerando la suma de la superficie exterior de obra viva, obra muerta y la superficie interior, se obtiene aproximadamente 6.500 h.

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{\text{mano obra}} = 195.000 \text{ €}$

### 2.2.6.- Pintura y control de corrosión

Esta partida contempla el coste de pintura del exterior e interior del casco, al igual que la pintura de tuberías, el galvanizado y la protección catódica por ánodos de sacrificio. Su coste se estima en base a valores facilitados por astilleros y comparando con otros proyectos, siendo éste 325.000 €.

Las horas correspondientes a pintura y protección del casco se estiman en 6.500 h.

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{\text{mano obra}} = 195.000 \text{ €}$

### 2.2.7.- Resumen de los costes que integran la partida de Casco

CASCO	Material	Nº Horas	Mano de Obra	Total
Acero laminado	5.647.938 €	205.290	6.158.708 €	11.806.645 €
Resto material del casco	57.002 €	2.127	63.796 €	120.798 €
Timón y accesorios	12.854 €	4.212	126.372 €	139.225 €
Materiales auxiliares	392.900 €	---	---	392.900 €
Preparación de superficies	600.000 €	6.500	195.000 €	795.000 €
Pintura y corrosión	325.000 €	6.500	195.000 €	520.000 €
<b>Total</b>	<b>7.035.693 €</b>	<b>224.629</b>	<b>6.738.875 €</b>	<b>13.774.568 €</b>

## 2.3.- Equipo, armamento e instalaciones

En este grupo se da el presupuesto relativo a los equipos de fondeo, amarre y remolque, equipos de contra incendios, medios de salvamento, equipos de acceso, elevación, habilitación, fonda y hotel, acondicionamiento de locales, servicios de carga, equipos de navegación y telecomunicaciones, instalaciones eléctricas, tuberías y conductos, etc.

### 2.3.1.- Elementos de fondeo, amarre y remolque Anclas

#### 2.3.1.1.- Anclas

Puede estimarse un precio de 2.500 €/t de acero para cada una de las anclas dispuestas a bordo. Hay que recordar que hay 3 anclas (una de ellas de respeto) de 9,9 toneladas cada una, siguiendo los requerimientos de la Sociedad de Clasificación. Por tanto:

$$C_{anclas} = 3 \cdot 9,9 \cdot 2500 = 74.250€$$

#### 2.3.1.2.- Cadenas, cables y estachas

Su coste aproximado se puede calcular con la expresión:

$$C_{cce} = 0,025 \cdot K \cdot d^2 \cdot L_e \cdot \frac{1000}{166,386} = 272.709€$$

Siendo:

- $k = 0.275$ , correspondiente al acero normal.
- $deslabones = 100 \text{ mm}$ , diámetro del eslabón de la cadena.
- $lc = 660 \text{ m}$ , longitud de cada cadena.

En cuanto al coste de horas de mano de obra, se estima en conjunto según la expresión siendo  $P_{anclas}$  el peso de las anclas en toneladas.

$$H_{cc} = 27 \cdot T_{ancla}^{0.4} = 105h$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{mano obra} = 3.145 €$

Equipo de fondeo, amarre y remolque	Total
Anclas	74.250 €
Cadena, cables y estachas	272.709 €
Mano de obra	3.145 €
<b>Total:</b>	<b>350.104 €</b>

### 2.3.2.- Medios contraincendios convencionales

Se va a disponer a bordo de medios contraincendios convencionales en cámara de máquinas y en la zona de tanques de carga siguiendo los requerimientos de seguridad en este tipo de buques. La expresión utilizada es:

$$C_{ci} = 1,4 \cdot L_{CM} \cdot B_{CM} \cdot D_{CM} \cdot \frac{1000}{166,386} = 86.239€$$

Siendo:

- LCM, DCM, eslora y puntal respectivamente de la cámara de máquinas, y BCM, se ha considerado la manga máxima.

Las horas de mano de obra se pueden estimar en aproximadamente 5,5 horas por metro de eslora total del buque de proyecto, obteniéndose 1.111h.

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{\text{mano obra}} = 33.322 \text{ €}$ .

Medios de salvamento	Total
Equipo contraincendios	86.239 €
Mano de obra	33.322 €
<b>Total:</b>	<b>119.561 €</b>

### 2.3.3.- Medios de salvamento

#### 2.3.4.1.- Botes salvavidas

El coste aproximado del bote salvavidas se ha estimado con ayuda de la siguiente expresión, dependiendo del tipo de bote instalado. En este caso el bote es cerrado y contraincendios:

$$C_{\text{botesalvavidas}} = k_{bs} \cdot N^{2/3} \cdot \frac{1000}{166,386} = 38.793 \text{ €}$$

Siendo:

- $K_{bs} = 700$ , por tratarse de bote cerrado y contraincendios.
- $N = 28$  personas la capacidad del bote.

#### 2.3.4.2.- Bote de rescate

Se va disponer de un bote de rescate en la banda de estribor. Su precio aproximado se ha estimado con la siguiente expresión:

$$C_{\text{boterescate}} = k_{bs} \cdot N^{2/3} \cdot \frac{1000}{166,386} = 6.152 \text{ €}$$

Siendo:

- $K_{bs} = 310$ , por tratarse de bote cerrado y contraincendios.
- $N = 6$  personas la capacidad del bote.

#### 2.3.4.3.- Balsas salvavidas

Se ha estimado un precio unitario aproximado para cada una de las balsas dispuestas a bordo según la siguiente fórmula:

$$C_{\text{balsasalvavidas}} = 2 \cdot k_{bs} \cdot N^{2/3} \cdot \frac{1000}{166,386} + 1 \cdot k_{bs} \cdot N^{2/3} \cdot \frac{1000}{166,386} = 14.347 \text{ €}$$

Siendo:

- $K_{bs} = 160$ , por tratarse de balsas no arriables.

- N es la capacidad de cada balsa, en nuestro caso tenemos 2 balsas con 14 personas y 1 balsa para 6 personas.

#### 2.3.4.4.- Dispositivos de lanzamiento de botes y balsas

El coste del dispositivo de lanzamiento del bote salvavidas lo hemos calculado mediante la siguiente expresión:

$$C_{pb} = k_{pb} \cdot N^{2/3} \cdot \frac{1000}{166,386} = 36.576€$$

Siendo:

- $K_{pb} = 660$ , por ser bote cerrado.
- $N = 28$ , capacidad del bote.

El pescante del bote de servicio lo estimamos en 8.500 €. Por tanto, en total los dispositivos de lanzamiento suponen un coste de 45.076 €.

#### 2.3.4.5.- Varios

Se han incluido en esta partida el coste de aros, chalecos salvavidas, señales, lanzacabos y elementos varios de salvamento. Su cuantía se ha estimado con ayuda de la siguiente expresión:

$$C_{varios} = (500 + 5 \cdot N) \cdot \frac{1000}{166,386} = 3846€$$

Siendo:

- $N = 28$  el número máximo de personas a bordo.

En cuanto a las horas de mano de obra imputables a la instalación de medios de salvamento, se utilizará la siguiente expresión:

$$H_{salvamento} = 300 + N \cdot 15 = 720 \text{ h}$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{mano obra} = 21.600 €$

Medios de salvamento	Total
Botes salvavidas	38.793 €
Botes de rescate	6.152 €
Balsas salvavidas	14.347 €
Dispositivos de estiba y lanzamiento	36.576 €
Pescante	8.500 €
Varios	3.846 €
Mano de obra	21.600 €
<b>Total:</b>	<b>129.815 €</b>

### 2.3.4.- Habilitación de alojamientos

El coste de esta partida se ha estimado a partir del área total de la habilitación en m<sup>2</sup> y de la calidad de los materiales empleados. La expresión a utilizar es la (3.12) de la ref.1. Se considerará que los materiales empleados son de alta calidad.

$$C_{hab} = k_h \cdot S_h \cdot \frac{1000}{166,386} = 295.217€$$

Siendo:

- $K_h = 40$ , por emplear alto nivel de calidad.
- $S_h = 1228 \text{ m}^2$ , que es la superficie total de habilitación.

En cuanto al número de horas de mano de obra, se ha considerado de 16 h/m<sup>2</sup> de alojamientos en la habilitación, obteniéndose 19.648 h.

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{\text{mano obra}} = 589.440 €$

### 2.3.5.- Equipos de fonda y hotel

#### 2.3.5.1.- Cocina y oficios

Se ha estimado el coste total de materiales utilizando la expresión (3.13) de ref.1. Se ha considerado que el buque de proyecto es un buque de tipo oceánico.

$$C_{\text{cocinayoficios}} = k_{co} \cdot N \cdot \frac{1000}{166,386} = 16.828€$$

Siendo:

- $K_{co} = 100$ , para buques oceánicos en general.
- $N = 28$ , considerado el número máximo de personas a bordo.

#### 2.3.5.2.- Gambuzas frigoríficas

El coste total depende del volumen neto de la gambuza y se ha estimado según la expresión:

$$C_{\text{cocinayoficios}} = 300 \cdot (V_{\text{gambuza}})^{2/3} \cdot \frac{1000}{166,386} = 45.990€$$

Siendo:

- $V_{\text{gambuza}} = 128,82 \text{ m}^3$ .

#### 2.3.5.3.- Equipos de lavandería y varios

El coste de esta partida se ha estimado en 250 e por persona que pernocte a bordo. Por tanto es igual a:

$$C_{\text{lavandería y varios}} = 250 \cdot 28 = 7.000€$$

En cuanto al número de horas de mano de obra dedicadas a la partida de equipos de fonda y hotel, se ha estimado en 115 horas/tripulante, es decir 3.220 h.

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{\text{mano obra}} = 96.600\text{€}$ .

Equipos de fonda y hotel	Total
Cocina y oficios	16.828 €
Gambuzas	45.990 €
Lavandería y varios	7.000 €
Mano de obra	96.600 €
<b>Total:</b>	<b>166.418 €</b>

### 2.3.6.- Equipos de acondicionamiento de alojamientos

#### 2.3.6.1.- Equipos de calefacción y aire acondicionado

Se instala equipos de acondicionamiento de aire tipo bomba de calor, cuyo coste medio se estima en 70 €/m<sup>2</sup>, por tanto, teniendo en cuenta los espacios de habitación a condicionar, obtenemos un total de 85.960 €.

#### 2.3.6.2.- Ventilación mecánica

Para los sistemas de ventilación mecánica independientes de los instalados en los equipos de acondicionamiento de aire, su coste total ha sido estimado con la ayuda de la expresión (3.15) de la ref.1.

$$C_{\text{ventilaci3n}} = (175 \cdot N^{0,215} + 0,2 \cdot S_h^{0,25}) \cdot \frac{1000}{166,386} = 2.160\text{€}$$

Siendo:

- $N=28$  en este caso.
- $S_h$ , la superficie de habitación definida anteriormente.

En cuanto a la estimación del número de horas de mano de obra necesarias para esta partida, se ha tomado un valor de 2 h/m<sup>2</sup> de alojamientos, obteniéndose 2.456 h.

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{\text{mano obra}} = 73.680\text{€}$ .

Acondicionamiento en alojamientos	Total
Calefacción y aire acondicionado	85.960 €
Ventilación mecánica	2.160 €
Mano de obra	73.680 €
<b>Total:</b>	<b>161.800 €</b>



### 2.3.7.- Equipos de navegación y comunicaciones

#### 2.3.7.1. Equipos de navegación

En esta partida se incluye los costes de los siguientes equipos: compás magnético, compás giroscópico, piloto automático, radar, radiogoniómetro, receptor de cartas, corredera, sonda, navegación por satélite y equipos auxiliares. Su coste total se ha estimado a partir de catálogos de equipamiento naval y datos facilitados por astilleros, obteniendo 600.000 €

#### 2.3.7.2. Equipo de comunicaciones externas e internas

En el cálculo de el coste aproximado del equipo de comunicaciones externas se han incluido los costes de telegrafía, telefonía y del sistema de comunicación por satélite. Se ha estimado en 170.000 € debido a que se trata de un equipo de alto nivel.

En lo relativo a los costes del equipo de comunicaciones internas se estima en 40.000 €.

Las horas de mano de obra de la instalación de los equipos de navegación y comunicaciones se obtienen por comparación con otros proyectos similares, este coste se ha estimado en 39.000 €. Hay que tener en cuenta en este caso, que parte de estos costes de mano de obra están ya incluidos en el coste de material, considerándose suministros “llaves en mano” en la mayoría de los casos.

Equipos de navegación y comunicaciones	Total
Equipo de navegación	600.000 €
Comunicaciones externas e internas	170.000 €
Mano de obra	39.000 €
<b>Total:</b>	<b>809.000 €</b>

### 2.3.8.- Instalación eléctrica

Su coste se ha estimado en función de la potencia eléctrica total instalada a bordo de acuerdo con la fórmula (3.28) propuesta en la ref.1. En este precio se han incluido los equipos generadores, cuadros de distribución, baterías, transformadores y cables diversos.

$$C_{\text{instalación eléctrica}} = 80 \cdot kW^{0.77} \cdot \frac{1000}{166,386} = 149.716€$$

Siendo:

- Kw la potencia total instalada a bordo en kW = 1.730 kW.

Por otro lado, los costes de horas de mano de obra se pueden estimar con ayuda de la siguiente expresión que depende de la potencia total instalada y de la superficie de la habilitación.

$$H_{\text{instalación eléctrica}} = 4 \cdot Sh + 6 \cdot Kw = 15.292h$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{\text{mano obra}} = 458.760€$

### 2.3.9.- Tuberías

El coste total de los materiales de tuberías y conductos se ha estimado con la fórmula siguiente, teniendo en cuenta que el motor principal consume combustible pesado.

$$C_{\text{tuberías}} = \left[ 450 \cdot (0,015 \cdot L_{CM} \cdot B_{CM} \cdot D_{CM} + 0,18 \cdot L) + 1,33 \cdot BHP + 0,25 \cdot (3 \cdot L_{CM} \cdot B_{CM} \cdot D_{CM} + V_{\text{carga}} + 4 \cdot S_h) \right] \frac{1000}{166,386}$$

Obteniendo un coste total para la tubería de 830.935€.

Las horas de mano de obra se han estimado utilizando la siguiente expresión:

$$H_{\text{tubería}} = 11 \cdot BHP^{0.85} = 48.829h$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{\text{mano obra}} = 1.464.864€$ .

### 2.3.10.- Accesorios de equipo, armamento e instalaciones

En este apartado se han incluido una serie de equipos y accesorios cuyos costes van a ser estimados con las expresiones correspondientes de la ref.1 tal y como se ha venido haciendo con las partidas anteriores:

- Puertas metálicas, ventanas y portillos:

$$C_{\text{pvp}} = 450 \cdot N^{0.48} \cdot \frac{1000}{166,386} = 13.388€$$

- Escaleras, pasamanos y candeleros:

$$C_{\text{epc}} = 3,7 \cdot L^{1,6} \cdot \frac{1000}{166,386} = 102.792€$$

- Escotillas de acceso, lumbreras y registros:

$$C_{\text{alr}} = 2,1 \cdot L^{1,5} \cdot \frac{1000}{166,386} = 34.429€$$

- Accesorios de fondeo y amarre:

$$C_{\text{fa}} = 3,1 \cdot (L \cdot (B + D))^{0.815} \cdot \frac{1000}{166,386} = 31.339€$$

- Botes de servicio, grúas de servicio y pescantes:

$$C_{\text{bgp}} = \left( 350 + 1400 \cdot N_{ps} + 1470 \cdot SWL \cdot N_g \right) \cdot \frac{1000}{166,386} = 107.281€$$

- Escalas reales, planchas de desembarco y escalas de práctico:

$$C_{epe} = \left( 320 + 225 \cdot (D - 0,03 \cdot L) \cdot N_{eg} \right) \cdot \frac{1000}{166,386} = 33.169€$$

Siendo:

- $N_{ps} = 2$ , el número de pescantes en servicio.
  - $SWL = 5$ , carga de trabajo de cada grúa de servicio.
  - $N_g = 2$ , número de grúas de servicio.
  - $N_{er} = 2$ ; número de escalas reales
- Toldos, fundas y accesorios de estiba de respeto:

$$C_{tfa} = 6,3 \cdot (L \cdot (B + D))^{0,68} \cdot \frac{1000}{166,386} = 18.609€$$

- Cierre de escotillas y sus equipos: Se estima su valor en 585.000€.

Las horas de mano de obra se han estimado con la expresión:

$$H_{acc} = 80 \cdot N + 56 \cdot (L - 15) + 0,9 \cdot L \cdot (B + D) + 2 \cdot L + 50 \cdot N_{ps} + 100 \cdot N_{er} + 100 \cdot N_g = 21.395h$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{mano\ obra} = 641.864€$ .

Equipos de acceso	Total
Puertas metálicas, ventanas y portillos	13.388 €
Escaleras, pasarelas, pisos, etc.	102.792 €
Escotillas, lumbreras, registros, etc.	34.429 €
Accesorios de fondeo y amarre	31.339 €
Botes de servicio, grúas de servicio y pescantes	107.281 €
Escalas reales, planchas de desembarco y escalas de práctico	33.169 €
Toldos, fundas y accesorios de estiba de respeto	18.609 €
Cierre de escotillas y sus equipos	585.000 €
Mano de obra	641.864 €
<b>Total:</b>	<b>1.567.872 €</b>

### 2.3.11- Resumen de los costes que integran la partida de equipo, armamento e instalaciones

EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES	TOTAL
Equipo de fondeo, amarre y remolque	350.104 €
Medios de contraincendios	119.561 €
Medios de salvamento	129.815 €
Habilitación de alojamientos	884.657 €
Equipos de fonda y hotel	166.418 €
Acondicionamiento en alojamientos	161.800 €
Equipos de navegación y comunicaciones	809.000 €
Instalación eléctrica principal	608.476 €
Tuberías, conductos y tanques	2.295.799 €
Equipos de acceso	1.567.872 €
<b>Total</b>	<b>7.093.502 €</b>

## **2.4.- Maquinaria auxiliar de cubierta**

En este grupo se recogen los gastos del equipo de gobierno con las partidas de servomotor y sus accesorios, donde está incluido todo el sistema electrohidráulico del servomotor y timón. También se recogen el equipo de maniobra y cojinetes.

### **2.4.1.- Equipo de gobierno**

#### *2.4.1.1.- Servomotor*

El coste del servomotor se obtiene por comparación con otros proyectos y teniendo en cuenta las características del buque, se estima el precio en 270000 €.

Las horas de mano de obra se han estimado en función de la eslora del buque de proyecto siguiendo la expresión:

$$H_{\text{equipogobierno}} = 33 \cdot L^{2/3} = 1.111h$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{\text{mano obra}} = 33.317€$ .

Equipo de gobierno	Total
Servomotor, telemando, etc.	250.000 €
Mano de obra	33.317 €
Total	283.317 €

### **2.4.2.- Equipo de fondeo y amarre**

#### *2.4.2.1.- Molinete*

El coste de los molinetes se obtiene por comparación con otros proyectos y teniendo en cuenta las características del buque, se estima el coste de los dos molinetes en 220.000 €.

#### *2.4.2.2. Chigres de maniobra y sus equipos de accionamiento*

El coste unitario de las maquinillas de amarre de tipo normal se ha estimado en función de la tracción que ejercen según la fórmula:

$$C_{ma} = 1300 \cdot P_{ma}^{2/3} \cdot \frac{1000}{166,386} = 145.995€$$

Siendo:

- $P_{ma} = 80,74 \text{ kw.}$

Las horas de mano de obra de los trabajos de instalación del equipo de fondeo y amarre en cubierta, se pueden calcular de forma aproximada con ayuda de la expresión

$$H_{efa} = L \cdot (1,75 \cdot N_{\text{molinetes}} + 1,7 \cdot N_{\text{maquinilla}}) = 3.007h$$

Siendo:

- $N_{\text{molinetes}} = 2$ , el número de molinetes.
- $N_{\text{maq. amarre}} = 7$ , el número de máquinas de amarre.

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{\text{mano obra}} = 90.196 \text{ €}$

Equipo de fondeo y amarre	Total
Molinetes	220.000 €
Chigres de maniobra y sus equipos de accionamiento	145.955 €
Mano de obra	90.196 €
Total	<b>456.151 €</b>

#### 2.4.3.- Resumen de los costes que integran la partida de la maquinaria auxiliar de cubierta

MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA	TOTAL
Equipo de gobierno	283.317 €
Equipo de fondeo y amarre	456.151 €
Total	<b>739.468 €</b>

### 2.5.- Instalación propulsora

En este grupo se da el presupuesto del motor principal, de elementos de la línea de ejes y de la hélice, incluyéndose en esta última partida tanto la tuerca como el capacete.

#### 2.5.1.- Maquinaria propulsora principal

El coste aproximado del motor principal “MAN-B&W L80M\_C4” que se ha dispuesto en el buque es de 8.500.000 €. El número de horas de mano de obra necesarias para la instalación del motor principal se ha estimado con la expresión:

$$H_{mpal} = 10 \cdot BHP^{2/3} = 7255h$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{\text{mano obra}} = 217.638 \text{ €}$

### 2.5.2.- Línea de ejes

Aquí se han incluido una serie de equipos e instalaciones relacionados con el montaje y funcionamiento de la línea de ejes entre el motor principal y la hélice propulsora. Los costes serán estimados con las siguientes expresiones:

- Acoplamiento elástico:

$$C_{acop,elastico} = 285 \cdot \frac{BHP}{rpm} \cdot \frac{1000}{166,386} = 452.291€$$

- Ejes y chumaceras:

$$C_{eje y chumacera} = 0,6 \cdot BHP \cdot \frac{1000}{166,386} = 70.462€$$

- Bocina y cierres:

$$C_{bocina y cierres} = 1,25 \cdot BHP^{0,85} \cdot \frac{1000}{166,386} = 33.349€$$

- Freno y torsiómetro:

$$C_{freno y torsiometro} = 12.500€$$

Las horas de mano de obra se pueden calcular de forma aproximada con ayuda de la expresión (3.155) de ref.1.

$$H_{línea ejes} = 0,16 \cdot BHP = 3.126 h$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{mano obra} = 93.791€$ .

Línea de ejes y hélice	Total
Acoplamiento elástico	452.291 €
Ejes y chumaceras	70.462 €
Bocina y cierres	33.349 €
Freno y torsiómetro	12.500 €
Mano de obra	93.791 €
<b>Total</b>	<b>662.393 €</b>

### 2.5.3.- Hélice propulsora

El coste de la hélice propulsora de paso fijo instalada en el buque de proyecto se ha estimado en 220.000€. El número de horas de mano de obra se puede calcular de acuerdo con la fórmula:

$$H = 240 + 0,004 \cdot BHP = 318h$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{mano obra} = 9.545€$

### 2.5.4.- Resumen de los costes que integran la partida de la instalación propulsora

INSTALACIÓN PROPULSORA	TOTAL
Maquinas propulsoras	8.717.638 €
Línea de ejes y hélice	662.393 €
Hélice propulsora	229.545 €
Total	<b>9.609.576 €</b>

### 2.6.- Maquinaria auxiliar de propulsión

En este grupo se recogen los gastos relativos a la planta generadora de energía eléctrica, dando por separado el coste de los grupos generadores, los gastos de los equipos de circulación, refrigeración y lubricación, donde se incluyen las bombas de estos servicios y los intercambiadores de calor incluidos en los equipos, los gastos de los equipos generadores de vapor, donde se incluyen las calderas, bombas e intercambiadores, los gastos relativos a los compresores de aire de arranque, los gastos de los equipos de manejo de combustible, de las purificadoras y sus equipos, de los equipos sanitarios, de la automatización de la cámara de máquinas, etc.

#### 2.6.1.- Grupos electrógenos

El coste de los grupos generadores diesel puede ser calculado de manera aproximada según la expresión:

$$C_{gen} = 3 \left[ 42 \cdot \phi^{2.2} \cdot \frac{N_c^{0.8}}{rpm} + 4000 \left( \frac{kW}{rpm} \right)^{2/3} \right]_{ma}^{2/3} \cdot \frac{1000}{166.386} = 101.908€$$

Siendo:

- $\phi = 225$ , diámetro.
- $N_c = 7$ , número de cilindros.
- $kW = 865$  kW, potencia eléctrica del generador.
- $rpm = 720$ .

Las horas de mano de obra correspondientes a esta partida se han estimado con ayuda de la expresión:

$$H_{gen} = 52 \cdot kW_{totales}^{0.43} = 1.528h$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{mano obra} = 45.836€$ .

El coste total de los grupos electrógenos es de 147.744€.

### 2.6.2.- Equipo de circulación, refrigeración y lubricación

El coste de esta partida se ha estimado de acuerdo con la expresión siguiente, en la que la potencia del motor principal influye de manera directa:

$$C_{gen} = 1.2 \cdot BHP \cdot \frac{1000}{166.386} = 140.924\text{€}$$

El número de horas de mano de obra se puede calcular de forma aproximada con ayuda de la expresión:

$$H = 230 + 0,18 \cdot BHP = 3.747h.$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{\text{mano obra}} = 112.415\text{€}$

El coste total de los equipos de circulación, refrigeración y lubricación es de 253.340 €.

### 2.6.3.- Equipos generadores de vapor

Su coste aproximado se puede calcular según la fórmula siguiente y depende del número y tipo de calderas instaladas además de sus características técnicas.

$$C_{gen.vapor} = 2.5 \left( N_{vg} \cdot Q_{vg} + 0.8 \cdot N_{gr} \cdot Q_{gr} + 1.1 \cdot N_{cm} \cdot Q_{cm} \right) \frac{1000}{166.386} = 41.320\text{€}$$

Siendo:

- $N_{vg} = 0$ , número de calderetas de gases de escape.
- $Q_{vg} = 0$ , producción de vapor de la caldereta de gases de escape.
- $N_{gr} = 0$ , número de calderas con quemadores.
- $Q_{gr} = 0$ , producción de vapor de cada caldereta de quemadores.
- $N_{cm} = 1$ , número de calderas mixtas.
- $Q_{cm} = 2.500 \text{ kgv/h}$ , producción de vapor de cada caldereta mixta.

La cantidad de horas de mano de obra se estima por comparación con otros proyectos, y teniendo en cuenta las características de nuestro buque, estimaremos el coste de la mano de obra de esta partida en 500.000 €.

El coste total de los equipos generadores de vapor es de 541.320 €.

### 2.6.4.- Equipos de arranque de motores

Su coste depende del número de compresores y del caudal en m<sup>3</sup>/hora suministrado por los mismos. Puede ser calculado de forma aproximada con ayuda de la fórmula:

$$C_{am} = 13 \cdot N^{\circ} \text{ compresores} \cdot Q_{co} \frac{1000}{166.386} = 39.847\text{€}$$



Siendo:

- $N^{\circ}$  compresores = 2
- $Q_{co} = 225 \text{ m}^3/\text{h}$

Las horas correspondientes a la instalación de estos equipos pueden estimarse con ayuda de la fórmula:

$$H_{am} = N^{\circ} \text{ compresores} (40 + 3.5 \cdot Q_{co}) = 1.865h$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{\text{mano obra}} = 55.950 \text{ €}$ .

El coste total de los equipos de arranque de motores es de 95.797 €.

### 6.2.5.- Equipos de manejo de combustible

El coste de todos estos equipos se puede calcular con ayuda de la expresión siguiente, donde hay que considerar el número de bombas de trasiego de combustible y aceite además del caudal de cada una de ellas en  $\text{m}^3/\text{hora}$ .

$$C_{mc} = (7.3 \cdot N_{bt} \cdot Q_{bt} + 0.35 \cdot BHP) \cdot \frac{1000}{166.386} = 43.790 \text{ €}$$

Siendo:

- $N_{bt} = 2$ , número de bombas de trasiego de combustible.
- $Q_{bt} = 30,65 \text{ m}^3/\text{h}$ , caudal unitario de bombas de trasiego.

El número de horas de mano de obra necesarias para su montaje a bordo puede ser hallado de forma aproximada con la fórmula:

$$H = 0,27 \cdot BHP = 5.276h$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{\text{mano obra}} = 158.273 \text{ €}$

El coste total de los equipos de manejo de combustible es de 202.063 €.

### 6.2.7.- Equipos de purificación

En esta partida se incluyen los siguientes conceptos:

- El coste de los equipos de purificación centrífugos para aceite y combustible, junto con el de los calentadores que llevan aparejados, se ha estimado con ayuda de la expresión:

$$C_{pc} = (1630 \cdot N_{pa} \cdot Q_{pa} + 790 \cdot N_{pd} \cdot Q_{pd} + 860 \cdot N_{pf} \cdot Q_{pf} \cdot 1,65) \cdot \frac{1000}{166.386} = 119.874 \text{ €}$$

Siendo:

- $N_{pa} = 1$ , número de purificadoras de aceite.
  - $N_{pd} = 1$ , número de purificadoras de diesel.
  - $N_{pf} = 2$ , número de purificadoras de fuel.
  - $Q_{pa} = 1,98 \text{ m}^3/\text{h}$ , caudal unitario de las purificadoras de aceite.
  - $Q_{pd} = 3,2 \text{ m}^3/\text{h}$ , caudal unitario de las purificadoras de diesel.
  - $Q_{pf} = 5 \text{ m}^3/\text{h}$ , caudal unitario de las purificadoras de fuel.
- El coste del equipo de manejo de lodos, trasiegos y derrames se ha estimado en conjunto en unos 4.000 €.

Las horas de mano de obra necesarias para la instalación de estos equipos de purificación mencionados anteriormente se estiman con ayuda de la fórmula:

$$H_{purif} = (300 + 0,056 \cdot BHP)(N_{pa} + N_{pd} + N_{pf}) = 5.577h$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{mano obra} = 167.308€$ .

Resumimos los costes del equipo de manejo de purificadoras en la siguiente tabla:

Equipo de manejo de purificadoras	Total
Purificación centrífugos para aceite y combustible	119.874 €
Lodos, trasiegos y derrames	4.000 €
Mano de obra	167.308 €
Total	291.182 €

### 2.6.7.- Equipos auxiliares de casco

Dentro de esta partida se han incluido las bombas contraincendios, de lastre, de servicios generales y de sentinas.

El coste de los equipos auxiliares del casco se estimo por comparación con otros proyectos y teniendo en cuenta las características de nuestro buque, estimamos el coste de estos equipos en 350.000 €.

Además hay que considerar las separadoras de sentinas junto con sus bombas y alarmas correspondientes, cuyo coste se ha estimado con la fórmula:

$$C_{ss} = (26 \cdot TRB^{0.5} + 850) \frac{1000}{166.386} = 30.242€$$

Siendo  $TRB = 25.869$ , las toneladas de registro bruto.

El número de horas de mano de obra necesarias para la instalación de estos equipos puede obtenerse de forma aproximada con la expresión (3.163) de ref.1.

$$H = 420 + 0,47 \times L \times (B + D) = 4.688h$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{mano obra} = 140.630€$

Resumimos los equipos auxiliares de casco en la siguiente tabla:

Equipos auxiliares de casco	Total
Bombas C.I., lastre y servicios generales	350.000 €
Bombas y separadoras de sentinas	30.242 €
Mano de obra	140.630 €
Total	520.872 €

### 2.6.8.- Equipos sanitarios

Su coste puede calcularse mediante las siguientes expresiones de la ref.1. :

- Generadores de agua dulce:

$$C_{gad} = 230 \cdot Q_{gad} \cdot n^{\circ} \text{ generadores} \cdot \frac{1000}{166.386} = 72.987€$$

Siendo:

- $Q_{gad} = 52,8 \text{ T/día}$  ; caudal del generador de agua dulce.
- 1 generador de agua dulce.

- Grupos hidrófobos:

$$C_{gad} = 110 \cdot N^{0.5} \cdot \frac{1000}{166.386} = 661€$$

- Planta de tratamiento de aguas residuales:

$$C_{gad} = 440 \cdot N^{0.4} \cdot \frac{1000}{166.386} = 2.644€$$

- Incinerador de residuos sólidos (3.66) :

$$C_{gad} = 1900 \cdot N^{0.2} \cdot \frac{1000}{166.386} = 11.419€$$

El número de horas de mano de obra necesarias para la instalación de todos estos equipos se ha estimado de acuerdo con la fórmula:

$$H = 280 + 8 \times Q + 200 + 3,5 \times N + 410 + 3,9 \times N + 400 = 1306 \text{ h}$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{\text{mano obra}} = 39.192€$

Resumimos los equipos sanitarios en la siguiente tabla:

Equipos sanitarios	Total
Generador de Agua Dulce	72.987 €
Equipos hidrófobos	661 €
Equipo de tratamiento de residuos	2.644 €
Incinerador	11.419 €
Mano de obra	39.192 €
Total	126.904 €

### 2.6.9.- Alarmas

Dentro de esta partida se han incluido los siguientes equipos de control, su coste se estimó por comparación con otros proyectos y teniendo en cuenta las características de nuestro buque, la mano de obra se estimó en 23.500h:

Alarmas	Total
Automatización	377.000 €
Panel alarmas CO2	279.500 €
Consolas de alarmas	7.800 €
Sirenas	5.850 €
Mano de obra	705.000 €
<b>Total</b>	<b>1.375.150 €</b>

### 2.6.10.- Equipos varios

El coste de los distintos elementos que integran esta partida puede aproximarse con estas fórmulas:

- Ventiladores de la cámara de máquinas:

$$C_{vcm} = \left( 1.25 \cdot N_v \cdot Q_v^{0.5} + 0.92 \cdot BHP^{0.5} \right) \frac{1000}{166.386} = 5.524€$$

Siendo:

- $Q_v = 100.000 \text{ m}^3/\text{h}$  ; caudal unitario de cada ventilador.
- $N_v = 2$ , número de ventiladores.

- Equipos de desmontaje:

$$C_{desmontaje} = 0.14 \cdot BHP \cdot \frac{1000}{166.386} = 49.324€$$

- Taller de máquinas : su costo se estima en 130.000 €

El número de horas de mano de obra utilizadas en la disposición de estos equipos a bordo se puede calcular de manera aproximada con la expresión (3.165) de la ref.1.

$$H = 950 + 0,005 \cdot BHP = 1.048 \text{ h}$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{\text{mano obra}} = 31.431 \text{ €}$ . Resumimos los costes de los elementos varios en la siguiente tabla:

Elementos varios	Total
Ventiladores de cámara de máquinas	5.524 €
Equipo de desmontaje	49.324 €
Taller	130.000 €
Mano de obra	31.431 €
<b>Total</b>	<b>216.279 €</b>

### 2.6.11.- Resumen de los costes que integran la partida de maquinaria auxiliar

MAQUINARIA AUXILIAR DE PROPULSIÓN	TOTAL
Grupos electrógenos	147.744 €
Equipo de circulación, refrigeración y lubricación	253.340 €
Equipos generadores de vapor	541.320 €
Equipo de arranque de motores	95.797 €
Equipo de manejo de combustible	202.063 €
Equipo de manejo de purificadoras	291.182 €
Equipos auxiliares de casco	520.872 €
Equipos sanitarios	126.904 €
Alarmas	1.365.130 €
Elementos varios	216.279 €
Total	<b>3.760.630 €</b>

### 2.7.- Cargos, pertrechos y respetos

En este grupo se han incluido los gastos de cargos, pertrechos y respetos no reglamentarios y especiales.

#### 2.7.1.- Cargos y respetos no reglamentarios

Los costes derivados de los cargos y respetos reglamentarios se suelen incluir en el de los correspondientes equipos; por lo que no cabe considerarlos. Sin embargo, los costes de los cargos y respetos no reglamentarios se han estimado con un coste aproximado de 60.000 €.

#### 2.7.2.- Respetos especiales

El coste de la hélice de respeto se ha calculado en función del peso y precio unitario de la hélice de servicio, ya que ambas hélices son idénticas en la mayoría de los casos, por tanto el coste de la hélice de respeto al igual que la de servicio es 220.000€.

Por su parte, el coste del eje de cola de respeto se puede calcular de forma aproximada con la expresión:

$$C_{desmontaje} = 0.4 \cdot BHP \cdot \frac{1000}{166.386} = 46.975€$$

El número de horas de mano de obra a considerar en esta partida completa se ha estimado según la expresión:

$$H = BHP3 + 2 \cdot L + 100 = 1.216h$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{\text{mano obra}} = 36.477\text{€}$

### 2.7.3.- Resumen de los costes que integran la partida de cargos y respetos

CARGOS, PERTRECHOS Y RESPETOS	TOTAL
Cargos y respetos no reglamentarios	60.000 €
Respetos especiales eje de cola	46.975 €
Respetos especiales helice	220.000 €
Mano de obra	36.477 €
Total	<b>363.452 €</b>

## 2.8.- Instalaciones especiales

En este grupo se recogen los gastos de aquellas instalaciones propias de este tipo de buques como son los equipos de acondicionamiento y limpieza de los espacios de carga y equipos especiales de estiba de la carga.

### 2.8.1.- Equipos especiales de servicio de la carga

#### 2.8.1.1.- Equipos de acondicionamiento y limpieza de espacios de carga

El coste de las máquinas de limpieza fija se puede estimar con la ayuda de la expresión:

$$C_{al} = 0.97 \cdot L \cdot B \cdot \frac{1000}{166.386} = 33.120\text{€}$$

Las horas de mano de obra correspondientes a la instalación de las máquinas de limpieza pueden estimarse con la ecuación:

$$H_{al} = 0.15 \cdot B \cdot L^{1.05} = 1.109\text{€}$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{\text{mano obra}} = 33.280\text{€}$

#### 2.8.1.2.- Instalaciones y equipos de automatización, telecontrol y alarma

En esta partida se engloban los costes de los equipos instalados en la cabina y en los puestos de control, al igual que los dispositivos de automatización y control instalado a bordo del buque. Su coste se estimará en 100.000 €.

Los costes de mano de obra de esta partida están incluidos en los costes de adquisición de material.

Resumimos los costes especiales de servicios de carga en la siguiente tabla:

Equipos especiales del servicio de carga	Total
Equipos de acondicionamiento y limpieza de espacios de carga	33.120 €
Instalaciones y equipos de automatización, telecontrol y alarma	100.000 €
Mano de obra	33.280 €
Total	166.400 €

### 2.8.2.-Instalaciones y equipos especiales contraincendios

El coste de estas instalaciones y equipos puede estimarse con ayuda de las siguientes expresiones:

#### 2.8.2.1.- Instalaciones contraincendios de carácter estructural

Su coste se evalúa en función de la superficie de alojamientos, que para el caso que nos ocupa es de 1.228 m<sup>2</sup>.

$$C_{c.i.estructural} = (765 + 0.870 \cdot S_h) \cdot \frac{1000}{166.386} = 6.965€$$

Las horas de mano de obra pueden estimarse con la expresión:

$$H_{c.i.estructural} = 1000 + 0.4 \cdot S_h = 1.491h$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{mano obra} = 44.736 €$

#### 2.8.2.2.- Sistema de rociadores en acomodación

$$C_{rociadores} = 0.665 \cdot S_h \cdot \frac{1000}{166.386} = 4.908€$$

Las horas de mano de obra pueden estimarse con la expresión:

$$H_{rociadores} = 0.35 \cdot S_h = 430h$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{mano obra} = 12.894 €$

#### 2.8.2.3.- Equipos detectores de incendios en la cámara de máquinas

El coste de estos equipos se obtuvo por comparación con otros proyectos y teniendo en cuenta las características del buque, se estima el coste en 40.000 €.

Las horas de mano de obra pueden estimarse con la expresión:

$$H_{rociadores} = 65(L_{CM} \cdot D_{CM} \cdot B)^{0.25} + 190 = 862h$$

Por tanto, el coste de la mano de obra es  $C_{mano obra} = 25.861€$ .

Los costes de los equipos especiales contraincendios se resumen en la siguiente tabla:

Instalaciones y equipos especiales contra incendios	Total
Instalaciones contra incendios de carácter estructural	6.965 €
Sistema de rociadores en acomodación	4.908 €
Equipos detectores de incendios en cámara de máquinas	40.000 €
Mano de obra	83.491 €
Total	135.364 €

### 2.8.3.- Instalaciones y equipos especiales de seguridad

El coste de estas instalaciones y equipos especiales de seguridad puede estimarse con ayuda de las siguientes expresiones:

$$C_{\text{protección personal}} = 550 \cdot 0.5 \cdot N^{2/3} \cdot \frac{1000}{166.386} = 15.240 \text{ €}$$

### 2.8.4.- Resumen de los costes que integran la partida de instalaciones especiales

INSTALACIONES ESPECIALES	TOTAL
Equipos especiales del servicio de carga	166.400 €
Instalaciones y equipos especiales contra incendios	135.364 €
Instalaciones y equipos especiales de seguridad	15.240 €
Total	<b>317.004 €</b>



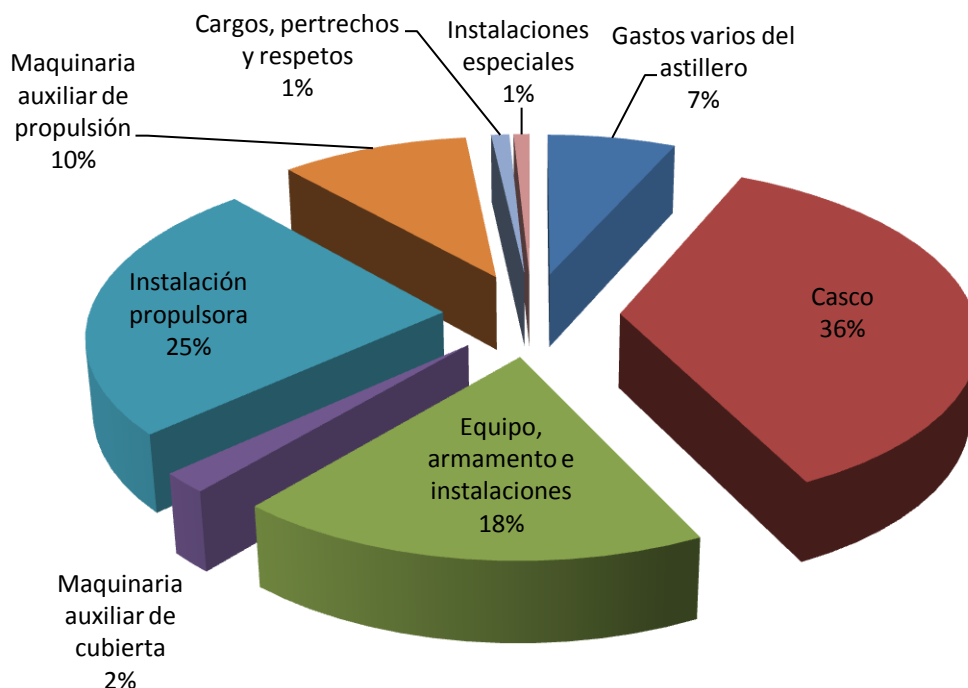
### 3.- RESUMEN DEL PRESUPUESTO DEL BUQUE PROYECTO

En el presupuesto se han reflejado los gastos de los materiales, las horas necesarias para realizar los trabajos, y mediante el precio de la mano de obra correspondiente, el coste de la mano de obra. Además se han calculado los subtotales de cada uno de los grupos considerados.

A continuación se expone el resumen del presupuesto en el que únicamente se muestran los subtotales de cada uno de los ocho grupos considerados y el coste total del buque:

CONCEPTO	MATERIAL	Nº HORAS	MANO DE OBRA	TOTAL
<b>Gastos varios del astillero</b>	210.600 €	---	----	2.575.000 €
<b>Casco</b>	7.035.693 €	224.629	6.738.875 €	13.774.568 €
<b>Equipo, armamento e instalaciones</b>	3.671.227 €	112.776	3.422.275 €	7.093.502 €
<b>Maquinaria auxiliar de cubierta</b>	470.000 €	4.117	123.513 €	739.468 €
<b>Instalación propulsora</b>	9.056.102 €	10.381	311.430 €	9.609.576 €
<b>Maquinaria auxiliar de propulsión</b>	1.814.615 €	48.534	1.956.035 €	3.770.650 €
<b>Cargos, pertrechos y respetos</b>	106.975 €	1.216	36.477 €	363.452 €
<b>Instalaciones especiales</b>	144.993 €	3.030	90.910 €	317.004 €
<b>Total Grupos</b>	<b>22.510.205 €</b>	<b>404.684</b>	<b>12.679.514 €</b>	<b>38.243.220 €</b>

Del presupuesto realizado se obtiene que el precio del buque para el astillero es de 38.243.220 €, ligeramente superior (1,02%) al coste estimado en el cuaderno de dimensionamiento (37.852.470 €), por lo que se considera un valor adecuado.



El valor inicial de la inversión que debe hacer el armador está dado por el precio del astillero, que consta de la suma del precio del buque para el astillero más el beneficio del astillero. El beneficio de la empresa puede llegar a alcanzar del 10% al 15% del coste en casos muy favorables, o llegar a ser negativo. Por esto, se decide dejar el beneficio del astillero en el 10% del coste de construcción del buque:

COSTE PARA EL ASTILLERO	38.243.220 €
BENEFICIO DEL ASTILLERO	3.824.322 €
VALOR DE VENTA AL ARMADOR	42.067.542 €

Además hay que contar con los gastos inherentes a la inversión y descontar las primas existentes a la construcción naval. Los gastos añadidos a la inversión, en tanto por ciento del precio del buque para el astillero son:

- Coste del estudio de la solicitud de crédito: 0,15%.
- Aval por los tres primeros plazos del préstamo: 1,00%.
- Gastos de constitución de la hipoteca: 0,30%.
- Intereses del crédito: 6,00%.
- Impuesto de Actos Jurídicos Documentados: 0,80%.
- Abanderamiento, registro y notaría: 0,70%.
- Inspección durante la construcción: 1,25%.
- Formación del personal: 1,25%.
- Varios: 2,55%.

De donde el total de los gastos añadidos de la inversión asciende a un 14% del precio del astillero.

Actualmente en España las primas a la construcción naval son de un 13% del precio del astillero.

GASTOS ADICIONALES DEL ARMADOR	5.354.051 €
PRIMAS PARA EL ARMADOR	4.971.619 €

Por lo tanto se recoge la inversión final para el armador en:

COSTE PARA EL ASTILLERO	38.243.220 €
BENEFICIO DEL ASTILLERO	3.824.322 €
VALOR DE VENTA AL ARMADOR	42.067.542 €
GASTOS ADICIONALES DEL ARMADOR	5.354.051 €
PRIMAS PARA EL ARMADOR	4.971.619 €
<b>VALOR DE LA INVERSIÓN PARA EL ARMADOR</b>	<b>42.449.975 €</b>

#### 4.- ESQUEMA DE LA FINANCIACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Se supone que el armador financia el 80% del coste del buque con créditos oficiales a 12 años y a un 4% de interés, y el 20% restante con créditos de capital privado a 12 años y a un 5% de interés.

Para el cálculo de la anualidad de cada tipo de crédito se utiliza la expresión:

$$A = \frac{P \times I}{1 - (1 + I)^{-N}}$$

Siendo:

- $A$ , la anualidad a pagar de cada crédito.
- $P$ , la inversión financiada de cada crédito.
- $I$ , el interés del crédito.
- $N$ , el número de años a los que se concede el crédito.

El precio total del buque se estima en 42.449.975 €, por lo tanto las anualidades de los créditos se estiman en:

Concepto	Cantidad	Anualidad
<b>Crédito oficial</b>	33.959.980 €	3.618.510 €
<b>Crédito privado</b>	8.489.995 €	957.887 €

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS NAVALES**



PROYECTO Nº 59

**GRANELERO 50.000 TPM**

**CUADERNO 14**

**MEMORIA FINAL**

**TUTOR:**

**D. SEBASTIÁN JOSÉ ABRIL PÉREZ**

**REALIZADO POR:**

**D. JÉSSICA LIVIANO RODRÍGUEZ  
D. JESÚS RODRÍGUEZ MAESTRE**

## ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	3
2.- GRADO DE CUMPLIMIENTO .....	4
3.- CONCLUSIONES .....	7
4.- AGRADECIMIENTOS.....	8

## **1.- INTRODUCCIÓN**

En este documento se recoge el grado de cumplimiento de las especificaciones del proyecto. Por ello, es necesario considerar las especificaciones iniciales del mismo:

### **“BUQUE GRANELERO DE 50.000 TPM”**

#### **Función del Buque:**

La finalidad de este tipo de buques es el transporte de cargas sólidas a granel en sus bodegas.

Las posibles cargas a transportar por este tipo de buques abarcan un amplio abanico, pudiendo ser desde el grano hasta cargas con más bajo coeficiente de estiba.

El buque deberá disponer de doble casco, cubierta corrida, castillo a proa. Habilitación y cámara de máquinas a popa, codaste abierto, proa y popa de bulbo y timón tipo Mariner.

#### **Características del Buque:**

- *Clasificación y cota:* Bureau Veritas, AUT.
- *Peso muerto:* 50.000 TPM.
- *Propulsión/Velocidad:* Motor 2T lento directamente acoplado a hélice de paso fijo. Velocidad en pruebas y plena carga con el motor al 100% MCR y 10% de margen de mar, 15 nudos.
- *Autonomía/Capacidades:* Capacidad de bodegas: 55.000  $m^3$ . Capacidad de combustible: 2200  $m^3$  (tanques para contenidos de azufre de 4.5; 1.5 y 0.1%). Capacidad de lastre: se podrá utilizar una bodega central como inundable.
- *Habilitación:* 22 cabinas individuales con baño privado + rancho 6 personas.
- *Sistema de carga:* Sin medios de carga.
- *Maquinaria auxiliar:* 3 diesel generadores principales. Caldereta mixta gases/mecheros.
- *Amarre:* 2 molinetes combinados con maquinillas de amarre más 5 maquinillas dobles en cubierta. Todos los carretes serán del tipo “carretel partido”.

## **2.- GRADO DE CUMPLIMIENTO**

En nuestro proyecto existen dos exigencias principales que determinan el dimensionado del proyecto:

- Volumen de carga.
- Velocidad en pruebas del buque.

El volumen de los espacios de carga se calcula con exactitud en el cuaderno de disposición general, donde después de dimensionar el buque a través de una base de datos creada a partir de buques similares, y posteriormente la creación del modelo 3D en Maxsurf, obtenemos un volumen de espacios de carga de un 6,3% superior a las especificaciones iniciales del proyecto. Por lo que podemos concluir que es un valor razonable.

Durante la elaboración del proyecto, se ha tenido muy en cuenta la exigencia de la velocidad en pruebas de 15 nudos. Este objetivo parece cumplido, pues tras el análisis de formas, la estimación de potencia y el diseño de la hélice se puede concluir que nuestro buque alcanzará la velocidad en pruebas exigida.

Antes de llegar a estas conclusiones, el primer problema que se nos planteó en el dimensionamiento fue la poca cantidad de buques graneleros con doble casco. Después de obtener las dimensiones principales se ha desarrollado un proyecto de formas con el software Maxsurf, partiendo de un buque base. Mantuvimos constantes las dimensiones principales  $L$ ,  $B$ ,  $D$  y  $C_B$ , quedando modificadas tanto el desplazamiento como los diferentes coeficientes de formas restantes, consiguiendo un resultado inicial bastante aproximado del buque elegido en el dimensionamiento. Además en el proyecto de formas se busco conjugar un equilibrio de las características hidrodinámicas del buque proyecto, como su comportamiento en la mar y en la estabilidad del buque.

Con las formas se ha realizado una distribución general que permite garantizar los volúmenes de carga considerados. A su vez existen toda una serie de condicionantes que afectan a la distribución general del buque. De manera que previamente se tantean los espacios requeridos tanto para la maquinaria como equipos y servicios.

Aquí se nos planteó la duda del número de bodegas que debería de disponer el buque, optando por 7 bodegas de carga, ya que esta opción nos asegura menor carga por bodega y por lo tanto, una mayor resistencia estructural y el cumplimiento a posteriori de la normativa impuesta por la sociedad de clasificación.

Como es lógico, y sin conocer todavía los datos del equipo propulsivo en dicho cuaderno de disposición general, tuvimos que dimensionar los diferentes tanques contenidos en cámara de máquinas, tomando como referencia buques similares. Sabíamos que esto nos generaría un problema en cuadernos posteriores, por lo que seguramente tendríamos que dar una vuelta más en la espiral del proyecto, ya que sin conocer el equipo propulsivo no conocíamos ni necesidades de HFO, diesel, aceites y otros tanques. Por lo que optamos por una eslora de cámara de máquinas de 23,25 m, que es un 2% superior de la longitud de cámara de máquinas de buques similares.

La disposición general y el proyecto de formas permiten realizar los cálculos de arquitectura naval, una evaluación de la estabilidad y unas situaciones iniciales de cargas.

Hasta este punto, lo que se ha buscado ha sido garantizar la viabilidad real del proyecto, lo que es conocido como proyecto funcional.

Posteriormente y basándonos en el proyecto funcional se ha realizado el proyecto de máquinas en el que se ha definido el sistema propulsor, la definición de los equipos y consumidores de la cámara de máquinas. Es en este punto donde se procedió a calcular las necesidades reales tanto de consumos, aceites, balance de vapor, y capacidades de diferentes tanques de nuestro buque proyecto. Por lo tanto, fue en este punto donde tuvimos que volver a la disposición general para un mejor dimensionamiento de los tanques.

El cálculo de la potencia necesaria, para que el buque consiguiera la velocidad en pruebas especificada, la calculamos a través de dos **software**, y elegimos la más restrictiva de las dos. A partir de esta potencia se procedió al cálculo de la hélice óptima. Para obtener el propulsor óptimo se realizó un cálculo iterativo, tanto para hélices de 4 palas como de 5 palas. Como nuestra sociedad de clasificación, Bureau Veritas, no establece unas recomendaciones respecto a los huelgos que hay entre timón, hélice y casco, se optó por la normativa de Lloyd's Register of Shipping.

La maniobrabilidad, también estudiada en el cuaderno 6, de por sí es un tema bastante complejo, por lo que utilizamos para tal fin los apuntes desarrollados por el Sr. Baquero, obteniendo resultados satisfactorios en el timón tipo Mariner proyectado.

El siguiente paso fue realizar una estimación de consumos generales eléctricos del buque, para calcular los equipos necesarios que permiten cubrir dichos consumos. Con esta estimación de consumos, se procedió a la elección de los grupos de generadores auxiliares adecuados para nuestro buque proyecto.

El paso final del proyecto es realizar el escantillonado preliminar de la estructura como base para calcular el peso en rosca, que a su vez permite calcular las situaciones de carga y la estabilidad del buque. Esta última fase del proyecto es una



aproximación al proyecto constructivo basado en las exigencias estructurales del Bureau Veritas, que se complementa con la elaboración de un presupuesto de construcción, obteniendo resultados muy similares a los obtenidos en el cuadernillo de dimensionamiento, tanto para el peso en rosca como para el presupuesto.

Finalmente, y después de la descripción realizada del proyecto, concluimos que se ha obtenido el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Las características del proyecto son las siguientes:

○ ESLORA ENTRE PERPENDICULARES (m):	195,23
○ ESLORA EN LA FLOTACION (m):	201,15
○ MANGA DE TRAZADO (m):	29,10
○ CALADO (m):	12,15
○ DESPLAZAMIENTO (Tn):	60.309
○ PESO EN ROSCA(Tn):	10.845
○ COEFICIENTE DE BLOQUE:	0,850
○ COEFICIENTE DE LA MAESTRA:	0,994
○ COEFICIENTE PRISMATICO:	0,831
○ COEFICIENTE DE LA FLOTACION:	0,884
○ POSICION LONG.CENTRO CARENA (%):	1,929
○ COEFICIENTE FORMAS DE POPA:	10
○ AREA TRANSVERSAL BULBO PROA (m <sup>2</sup> ):	58,41
○ ALTURA C.D.G. SEC.TRANS.BULBO (m):	2,20
○ AREA TRANSVERSAL ESPEJO POPA (m <sup>2</sup> ):	3,47
○ SEMIANGULO ATAQUE FLOTACION (°):	56,96
○ SUPERFICIE MOJADA (m <sup>2</sup> ):	9.436,187
○ VISCOSIDAD CINEMÁTICA (m <sup>2</sup> /s)*10 <sup>6</sup> :	1.188
○ DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> ):	1.025
○ RUGOSIDAD DEL CASCO (micras):	150
○ TRIPULACIÓN:	28
○ CAPACIDAD DE BODEGAS(m <sup>3</sup> ):	58.691,03
○ ARQUEO BRUTO GT:	25.869
○ ARQUEO NETO NT:	15.136
○ CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE HFO(m <sup>3</sup> ):	2.268,9
○ CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE DIESEL(m <sup>3</sup> ):	228,63
○ CAPACIDAD DE AGUA DULCE(m <sup>3</sup> ):	259,81
○ DIÁMETRO DE LA HÉLICE:	6,9m(Z=5)
○ RPM DE LA HÉLICE:	74 rpm
○ MOTOR PROPULSOR:	14.560 kW
○ GRUPOS AUXILIARES:	3x865 kW
○ GRUPO PTO:	845 kW
○ GRUPO DE EMERGENCIA:	570 kW

### **3.- CONCLUSIONES**

Desde el principio, nuestra máxima preocupación fue intentar realizar el proyecto de este tipo de buque (buques que no requieren alta tecnología) lo más competitivo posible. Es decir, para que la construcción de un granelero sea factible, debemos conseguir un coste lo más reducido posible. En la actualidad, el 80% de la construcción mundial de graneleros se realizan en países emergentes, como China y Corea del Sur, y en un futuro cercano, Brasil.

Por eso, en la elección de la alternativa del cuaderno de dimensionamiento se tuvo muy en cuenta el coste de dicha construcción.

Podemos concluir diciendo que seguramente sea necesario realizar varios ciclos de la espiral de proyecto para optimizar y así ser más competitivo la construcción de nuestro buque proyecto.

#### **4.- AGRADECIMIENTOS**

Finalmente, queremos dar las gracias y reconocer el apoyo, la paciencia, simpatía y gran fuente de conocimiento de nuestro tutor, el Sr. Sebastián José Abril Pérez.

También agradecer a nuestros compañeros de estudio su ayuda para lograr información sobre temas específicos de nuestro proyecto, así como la paciencia del personal de servicio de la biblioteca por las numerosas documentaciones prestadas para la realización del proyecto.